ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 JUIN 1947.

PRÉSIDENCE DE M. HENRI VILLAT.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** dépose sur le Bureau de l'Académie la *Connaissance des Temps ou des Mouvements célestes à l'usage des astronomes et des navigateurs pour l'an* 1947, publiée par le Bureau des Longitudes.

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *Sur les difficultés des définitions asymptotiques.* Note de M. **Émile Borel**.

L'une des principales difficultés de la théorie des ensembles est de définir effectivement un ou plusieurs éléments de certains ensembles. Certains auteurs, à l'exemple d'Henri Lebesgue, se contentent de *nommer* un élément, le verbe *nommer* étant un synonyme affaibli du verbe *définir*. Je voudrais signaler les difficultés particulières qui se présentent lorsqu'il s'agit d'ensembles dont la définition est asymptotique, c'est-à-dire fait état exclusivement du comportement des *derniers éléments* d'une suite dénombrable. Tel est le cas, par exemple, des nombreuses définitions basées sur le comportement à l'infini d'un développement en fraction continue ou en fraction décimale. C'est le cas aussi pour les ensembles que j'ai appelés E_α dans une Note précédente (1), et l'on peut trouver dans ce fait l'origine des paradoxes signalés dans cette Note.

Considérons, pour simplifier, des ensembles D_α définis par la condition que deux nombres α_1 et α_2 appartiennent à un même D_α lorsque la différence $\alpha_1 - \alpha_2$ est une fraction décimale. Nous supposons tous les points α compris entre 0 et 1. Si l'on connaît un point de D_α, on connaît immédiatement tous les autres; on peut ainsi définir autant d'ensembles D_α, distincts ou non, que l'on connaît de nombres rationnels ou de nombres irrationnels (nombres algébriques, nombres algébrico-différentiels tels que e ou π, etc.). Dans chacun de ces ensembles D_α, on connaît naturellement un élément distingué, celui-là même qui a permis de le définir. Mais l'on sait qu'une infinité dénombrable quelconque de points est loin d'épuiser le continu. Les diverses méthodes par

---

(1) *Comptes rendus*, **224**, 1947, p. 1537.

lesquelles on démontre ce résultat permettent d'indiquer un moyen de définir (ou nommer) un nombre nouveau n'appartenant pas à l'infinité dénombrable donnée. On pourrait croire qu'il ne serait peut-être pas impossible par une sorte d'induction transfinie, d'arriver ainsi à épuiser le continu, du moins s'il a effectivement la même puissance que les nombres transfinis de première classe. Mais il se présente une grave difficulté.

On a pris l'habitude, pour des raisons pratiques, de considérer comme une définition suffisante pour un nombre irrationnel toute méthode qui permet d'en calculer successivement les chiffres décimaux; on connaît ainsi le nombre de proche en proche, avec une approximation de plus en plus grande, c'est-à-dire avec une erreur de plus en plus faible. C'est ainsi que l'on démontre que le continu n'est pas dénombrable.

Mais il est évident qu'un tel mode de définition est complètement illusoire lorsqu'il s'agit d'un ensemble à définition asymptotique tel que D_α. D'après la nature même de cet ensemble, on peut choisir d'une manière absolument arbitraire un nombre quelconque des premiers chiffres décimaux, puisque ce sont seulement les *derniers* chiffres qui caractérisent l'ensemble. Par suite, tous les procédés de définition qui tendent seulement à faire connaître un nombre avec une certaine approximation ne servent *rigoureusement à rien*. Arriverions-nous à calculer un milliard de chiffres décimaux, cela ne nous apprendrait rien que nous ne sachions déjà; nous n'avons pas fait le plus léger progrès dans la connaissance de l'ensemble D_α. Un tel ensemble ne peut être défini réellement que soit si l'on donne un nombre bien défini, tel que $\sqrt{2}$ ou π, bien que l'on ne connaisse pas la loi de ces chiffres décimaux, soit si l'on donne effectivement une certaine loi permettant de connaître tous les chiffres décimaux, mais les nombres ainsi définis d'une manière artificielle n'ont pas d'intérêt en mathématique, car on ne leur connaît pas d'autre propriété que leur définition.

On voit que la difficulté de la définition des ensembles que j'ai appelés F dans la Note citée, peut être regardée comme tenant à la difficulté même de la définition des ensembles E_α, s'il est exact que le seul moyen de définir un tel ensemble est d'en définir d'abord un élément; en ce cas, le choix est fait d'avance et ne présente donc pas de difficultés, mais la difficulté est déplacée, puisque nous ne pouvons définir qu'une infinité dénombrable d'ensembles E_α (ou D_α), alors que l'ensemble de ces ensembles a la puissance du continu.

Il est à peine besoin de faire observer que des difficultés analogues à celles que nous venons de signaler se présentent à propos de méthodes asymptotiques utilisées dans la théorie moderne des ensembles et notamment des projections et des filtres. Lorsqu'il s'agit de déterminer si un point a est inférieur à un intervalle bc, on a pris l'habitude d'admettre qu'il suffit de savoir calculer les abscisses des points a, b, c, avec une approximation de plus en plus grande, et cela est vrai jusqu'à un certain point. Mais, lorsqu'il s'agit de savoir si un nombre a satisfait à une certaine condition asymptotique, le problème ne fera

pas le moindre progrès vers la solution aussi longtemps que l'on ne trouvera pas le moyen de faire entrer effectivement en ligne de compte toutes les propriétés asymptotiques du nombre a. Tel est le cas, par exemple, dans les démonstrations du fait que les nombres e et π ne sont pas algébriques. Mais ce sont là des cas exceptionnels, dus à la connaissance approfondie que nous avons de ces nombres particuliers.

Observons que l'on pourrait, d'après ce qui précède, se borner à considérer un ensemble dénombrable d'ensembles E_α tels que ceux qui sont définis dans la Note citée, chacun de ces E_α étant donné par un élément distingué, choisi parmi les nombres irrationnels qui peuvent être définis avec précision. On formerait ainsi une infinité dénombrable d'ensembles G_a, analogues aux F_a de la Note citée, avec cette différence que chacun des G_a serait un ensemble dénombrable. Mais on retrouve alors simplement la proposition classique, d'après laquelle une infinité dénombrable d'ensembles dénombrables est elle-même un ensemble dénombrable. Pour que l'on puisse recouvrir tout l'intervalle 0 — 1 au moyen d'une infinité dénombrable des F_a, il est indispensable que chacun des F_a ait la puissance du continu, et ceci ne peut être obtenu que par l'axiome du choix.

Bien entendu, je ne saurais contester le droit des mathématiciens à se livrer à des spéculations abstraites sur des êtres indéfinissables, ou dont la définition implique des conditions dont le nombre dépasse les facultés humaines. Mais, pour que de telles spéculations deviennent intéressantes, à mon avis, il faudrait savoir résoudre des problèmes qui, jusqu'ici, sont restés insolubles. Considérons par exemple une fonction $f(x)$ égale à zéro pour tout nombre dont le développement en fraction décimale comporte 10^{100} chiffres zéros consécutifs et égale à 1 pour les autres nombres. On sait que cette fonction $f(x)$ est nulle presque partout, c'est-à-dire sauf dans un ensemble de mesure nulle, mais l'étude de cette fonction ne deviendra intéressante que le jour où l'on saura calculer la valeur de $f(\sqrt{2})$, de $f(e)$, de $f(\pi)$, etc. Il est très vraisemblable que cette valeur est zéro, mais nous ne savons pas le démontrer. Dans l'état actuel de la science, la fonction $f(x)$ apparaît expérimentalement comme égale presque toujours à 1, bien que nous puissions démontrer théoriquement le contraire. Nous ne connaissons, en effet, parmi les x pour lesquels $f(x) = 0$, que ceux que nous construisons exprès pour cela.

Les difficultés seraient plus grandes encore si nous exigions que le développement de α en fraction décimale comporte un nombre de zéros consécutifs supérieur à tout nombre donné d'avance.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *Les notions de tétrade première et de tétrade seconde*. Note de M. **René Souèges**.

On peut parler de tétrade pour désigner un groupement de quatre unités, de quatre éléments quelconques. En Embryologie générale, c'est-à-dire dans la

science du développement comprise dans le sens le plus large, embrassant les phénomènes antérieurs et postérieurs à la fécondation, prenant en considération la sporogenèse et la gamétogenèse aussi bien que l'embryogenèse proprement dite, il est passé dans l'usage d'appeler *tétrade* ou *quartet* les quatre microspores ou les quatre macrospores qui prennent naissance dans les microsporocytes ou les macrosporocytes. L'expression s'étend à tout le règne végétal; on l'emploie chez les Ptéridophytes tant isosporés qu'hétérosporés, chez les Bryophytes, chez les Thallophytes où l'on rencontre fréquemment des tétraspores naissant dans des tétrasporanges. En embryogénie tout particulièrement, c'est-à-dire lorsqu'on envisage le seul développement de l'embryon, après la fécondation, on observe, à la deuxième génération cellulaire, un groupement caractéristique des quatre premiers blastomères auquel on donne également le nom de tétrade. Il est assez intéressant de constater que le terme s'applique, dans ce dernier cas, aux quatre premiers éléments qui, après la fécondation, sont à l'origine du sporophyte, et que, dans le premier cas, il s'applique de même aux quatre premiers éléments qui, après la méiose, sont à l'origine du gamétophyte. Ce n'est là sans doute qu'un simple rapprochement, dépourvu selon toute vraisemblance de signification; on conviendra néanmoins qu'il étaye heureusement les raisons que j'ai déjà données (1) de considérer la tétrade proembryonnaire et le stade qu'elle représente comme offrant un intérêt tout particulier dans l'établissement des lois embryogéniques et de la classification périodique.

Dans chaque période de cette classification, trois divisions ont été introduites : une série A, une série B et une série C. Chacune de ces séries est caractérisée par une forme particulière de tétrade, dépendant de la direction verticale, oblique ou transversale de la paroi de segmentation dans la cellule apicale du proembryon bicellulaire. On distingue encore dans ces séries deux variantes selon que, dans les trois principaux types de tétrade, la cellule basale se cloisonne par une paroi à direction verticale ou transversale (2). Au total, le proembryon quadricellulaire offre six dispositions différentes qui servent à définir les groupes embryogéniques, à déterminer leurs rapports et qui donnent, en outre, la clé du mode d'enchaînement des périodes.

On sait que, chez les espèces qui se rangent dans la deuxième période, les lois du développement s'appliquent, non à l'oospore, mais à sa cellule-fille supérieure, la cellule apicale du proembryon bicellulaire. Par application de ces lois et du principe de la correspondance des formes, cette cellule donne, à la première génération, deux cellules superposées et, à la deuxième, une tétrade appartenant à l'une des catégories dont on connaît maintenant les caractéristiques. Or il arrive que, dans la plupart des espèces, il se développe, à la

(1) *Embryogénie et Classification*, II, Paris, 1939, pp. 38-39.
(2) R. Souèges, *Comptes rendus*, **224**, 1947, p. 978.

deuxième génération à partir, non de la cellule apicale, mais de l'œuf, une tétrade d'une catégorie qui peut être identique à celle de la tétrade produite par la cellule apicale mais qui peut aussi en être différente.

Il convient de bien distinguer ces deux sortes de tétrades, toujours si profondément dissemblables par l'origine et les destinées de leurs blastomères constitutifs. On appellera *tétrade première* celle qui se compose des quatre premiers blastomères produits directement par l'oospore, et *tétrade seconde* celle qui comprend les quatre blastomères engendrés par la cellule apicale.

On pourra, de même, parler de tétrade troisième dans le cas de types embryonomiques se classant dans la troisième période et offrant aux périodes précédentes des tétrades de l'une ou l'autre catégorie.

La tétrade première ne peut entrer en ligne de compte dans l'établissement des lois embryogéniques, car le principe de la correspondance des formes démontre nettement que ses deux cellules supérieures ne sont pas, aux deux générations suivantes, génératrices de blastomères représentant d'abord des quadrants puis des octants. Les tétrades premières sont toujours des tétrades linéaires et leurs deux cellules supérieures sont les deux cellules superposées, filles de la cellule apicale, que l'on rencontre à la première génération de cette dernière cellule et qui produisent une tétrade seconde à la deuxième génération, des quadrants à la troisième, des octants à la quatrième.

Voici les espèces, qui entrent pour l'instant dans la deuxième période, et chez lesquelles ont pu être observées les deux sortes de tétrades, première et seconde :

— *Campanula patula*, *Lobelia syphilitica*, *Samolus Valerandi*, *Portulaca oleracea*, *Pyrola rotundifolia*, *Hypericum perforatum*, *Androsæmum officinale*, qui offrent une tétrade première linéaire filamenteuse (variante C_2) et une tétrade seconde en T avec paroi supérieure verticale (var. A_2).

— *Melilotus arvensis*, *Vicia sepium*, qui présentent une tétrade première linéaire globuleuse (var. C_1) et une tétrade seconde en T globuleuse (var. A_1).

— *Ligustrum ovalifolium*, *Drosera rotundifolia*, *Actinidia chinensis*, *Armeria plantaginea*, *Polycarpon tetraphyllum* avec une tétrade première linéaire filamenteuse (var. C_2) et une tétrade seconde de même catégorie.

— *Chelidonium majus* chez lequel s'observent deux tétrades premières, l'une linéaire globuleuse (var. C_1), l'autre linéaire filamenteuse (var. C_2) et quatre tétrades secondes, l'une en T avec paroi supérieure verticale, globuleuse (var. A_1) la deuxième en T également filamenteuse (var. A_2), la troisième linéaire globuleuse (var. C_1), la quatrième linéaire filamenteuse (var. C_2).

— *Ervum hirsutum* qui offre une tétrade première linéaire globuleuse (var. C_1) et une tétrade seconde également linéaire globuleuse (var. C_1).

— *Fumaria officinalis* qui possède deux tétrades premières, l'une linéaire globuleuse (var. C_1), l'autre linéaire filamenteuse (var. C_2), et une tétrade seconde linéaire globuleuse (var. C_1).

— *Orobus vernus* avec une tétrade première linéaire globuleuse (var. C_1) et une tétrade seconde également linéaire globuleuse (var. C_1).

Chez quelques espèces, qui se rangent également dans la deuxième période, il apparaît, aux tout premiers termes du développement, des formes quadricellulaires qu'il faut se garder de confondre avec des tétrades premières; ce sont de *fausses tétrades*. Comme je l'ai déjà démontré ailleurs ([1]) la tétrade se définit essentiellement par la loi des origines : ses quatre éléments constitutifs résultent de la bipartition des deux éléments superposés qui la précèdent à la première génération cellulaire. Les fausses tétrades ne répondent pas à cette définition; elles se produisent quand la cellule basale se différencie directement en une grosse vésicule haustoriale ou lorsque, par suite d'un retard marqué de la segmentation dans son intérieur, elle reste momentanément indivise. Si les deux cellules supérieures superposées, *cc* et *cd*, filles de la cellule apicale, se segmentent l'une avant l'autre, il apparaît alors quatre éléments qui ne peuvent constituer qu'une fausse tétrade.

Chez le *Sagina procumbens* ([3]), par exemple, on rencontre un proembryon comportant quatre éléments superposés qui ne représentent nullement une tétrade véritable, puisque la cellule du sommet est la cellule *cc*, fille supérieure de la cellule apicale, que les deux cellules médianes sont sœurs et filles de la cellule *cd*, fille inférieure de la cellule apicale, et que la cellule du bas est la cellule basale indivise destinée à produire une grosse vésicule micropylaire. La tétrade vraie est une tétrade linéaire filamenteuse (var. C_2) qui apparaît après segmentation transversale de la cellule terminale *cc*; elle tire tout entière son origine de la cellule apicale. Chez le *Saxifraga granulata* ([4]), il se forme une fausse tétrade semblable; la tétrade vraie est une tétrade en T à paroi supérieure verticale, variante A_2, la cellule supérieure, *cc*, se cloisonnant, dans ce cas, verticalement. Chez le *Medicago Lupulina* ([5]), la fausse tétrade offre l'aspect d'une tétrade en T de la variante A_2; elle est composée de deux cellules supérieures juxtaposées, filles de *cc*, petites-filles de la cellule apicale, d'une cellule intermédiaire, *cd*, fille inférieure de la cellule apicale et d'une cellule inférieure qui est la cellule basale encore indivise, mais qui donnera plus tard quelques éléments du suspenseur filamenteux. La vraie tétrade est encore une tétrade en T de la variante A_2; elle s'observe, au terme de la division suivante, après séparation de la cellule *cd* en deux éléments superposés.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'action vasomotrice périphérique de l'anoxémie et de l'hypercapnie*. Note ([1]) de MM. **Léon Binet** et **Méjer Burstein**.

L'anoxémie et l'hypercapnie agissent sur le tonus vasculaire par un double mécanisme : une stimulation, directe ou réflexe, des centres vasomoteurs et une action périphérique propre.

([3]) *Bull. Soc. bot. Fr.*, 71, 1924, p. 597, fig. 16 et 18.

([4]) R. Souèges, *Bull. Soc. bot. Fr.*, 83, 1936, p. 321, fig. 5 et 8.

([5]) R. Souèges, *Bull. Soc. bot. Fr.*, 76, 1929, p. 101, fig. 7 et 10.

([1]) Séance du 2 juin 1947.

La technique de la patte perfusée, antérieurement décrite [2], permet de dissocier ces deux effets et d'analyser l'action de l'anoxémie et de l'hypercapnie au niveau des vaisseaux normalement innervés, indépendamment de toute action sur les centres vasomoteurs. Rappelons qu'il s'agit d'une perfusion à débit constant, de la patte postérieure d'un Chien A, patte circulatoirement isolée et qui a gardé intactes ses connexions nerveuses. Cette perfusion se fait avec le sang artériel d'un Chien B, les deux animaux étant chloralosés et héparinés. La pression dans les vaisseaux de la patte dépend uniquement de leur tonus, l'enregistrement de la pression artérielle permet donc de suivre les variations de ce tonus.

En faisant respirer un mélange pauvre en oxygène ou riche en CO^2 au donneur B, on enregistre au niveau de la patte, normalement innervée, de A, la réponse vasculaire, d'origine purement locale, déclenchée ou par l'anoxémie ou par l'hypercapnie. Il est très facile, dans ces conditions, de mettre en évidence l'action vasodilatatrice du sang au cours de l'anoxémie aiguë réalisée par la respiration de B dans l'azote.

Comme le montre la figure 1, la pression dans les vaisseaux de la patte baisse de 150 à 60 mm Hg. L'intensité de la vasodilatation est dans une certaine mesure fonction du tonus vasculaire d'origine centrale. La vasodilatation anoxémique est faible au niveau d'une patte énervée; elle est particulièrement forte si le tonus a été renforcé par une petite hémorragie chez le propriétaire. L'anoxémie diminue ainsi la réponse des vaisseaux aux incitations vasoconstrictrices d'origine centrale. Toutefois, si ces incitations sont suffisamment énergiques (anoxémie des centres, administration de CO_2 au propriétaire de la patte, excitation du bout central d'un nerf vague sectionné au cou), les vaisseaux se contractent malgré l'anoxémie.

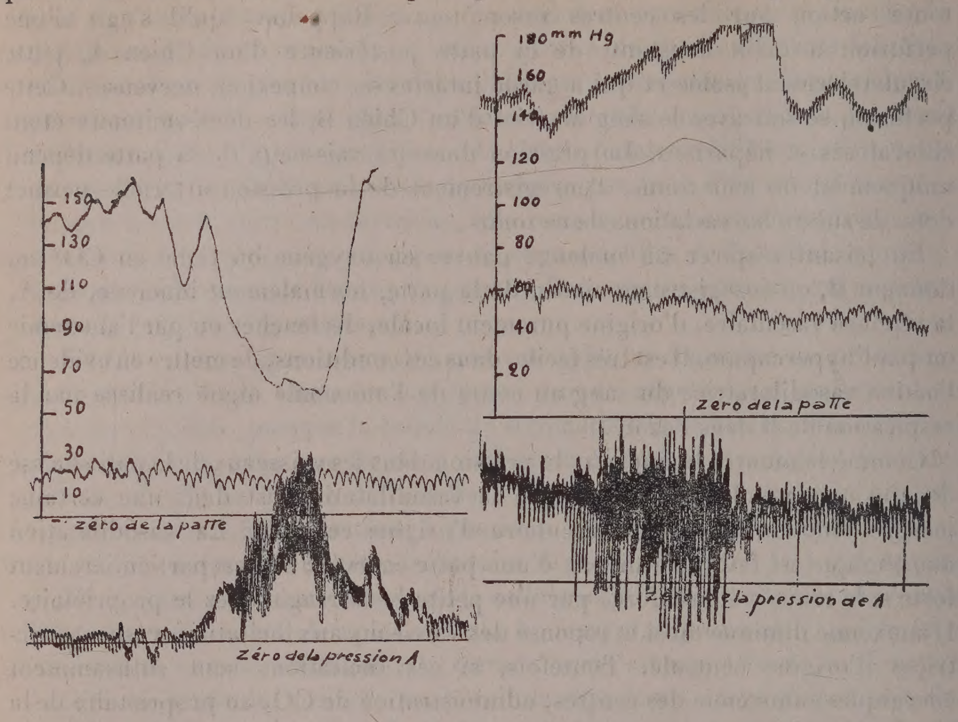
La vasodilatation anoxémique persiste généralement autant que l'anoxémie même; après retour de la respiration à l'air libre, la pression artérielle remonte et peut souvent dépasser, pendant quelques minutes, le niveau initial. Cette vasoconstriction secondaire paraît être liée à une décharge adrénalinique. Dans quelques cas, nous avons enregistré un retour de la pression à la normale et même une hypertension au cours même de l'anoxémie. D'après nos expériences, malgré l'anoxémie, les vaisseaux de la patte demeurent, dans une certaine mesure du moins, sensibles à l'action vasoconstrictrice de l'adrénaline.

Notons aussi que le tonus vasculaire de la patte n'est pas modifié du fait que le donneur respire de l'oxygène pur. L'oxygène ne semble donc pas agir sur les vaisseaux.

Nous avons étudié les effets de l'hypercapnie en faisant respirer au donneur des mélanges contenant de 2 à 20 % de CO_2. Au cours même de cette respiration, la pression dans les vaisseaux de la patte isolée et perfusée ne présente

(2) L. Binet et M. Burstein, *Comptes rendus*, **223**, 1946, p. 393.

aucune modification ou accuse une légère élévation (*fig.* 2); jamais nous n'avons enregistré une baisse tensionnelle. Après retour à l'air libre, on note parfois une faible vasodilatation passagère. Il ne semble donc pas que le CO_2



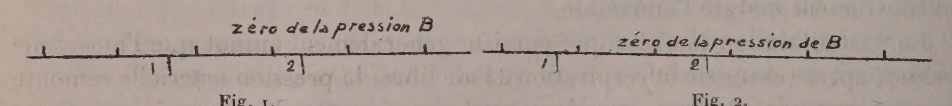


Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 1. — La patte postérieure du Chien A (8 kg) est perfusée avec le sang du Chien B (15 kg). Débit 54^{cm^3}/min. De haut en bas : pression dans les vaisseaux de la patte, pression artérielle de A, pression artérielle de B. Temps en minutes. Entre 1 et 2, le Chien B respire de l'azote. La pression dans les vaisseaux de la patte baisse de 150 à 60 mm Hg, puis revient à la normale.

Fig. 2. — La patte postérieure du Chien A (7 kg) est perfusée avec le sang du Chien B (10 kg). Débit 42^{cm^3}/min. De haut en bas : pression dans les vaisseaux de la patte, pression artérielle de A, pression artérielle de B. Temps en minutes. Entre 1 et 2, le Chien B respire du CO_2 à 10 %. Légère vasoconstriction au niveau de la patte, puis retour à la normale.

dilate les vaisseaux de la patte chez le Chien, comme c'est le cas pour l'anoxémie. et ceci dans des conditions où une action stimulante de CO_2 sur les centres vasomoteurs est exclue. En ce qui concerne la patte énervée, le CO_2 détermine également une faible vasoconstriction.

Conclusion. — Nous avons étudié chez le Chien les effets de l'anoxémie et de l'hypercapnie sur le tonus de la patte normalement innervée, et ceci indépendamment de toute action sur les centres vasomoteurs. L'anoxémie dilate les vaisseaux; les effets vasculaires périphériques de CO_2 sont insignifiants.

MICROBIOLOGIE. — *Réaction entre les complexes antagonistes issus des cultures de* Penicillium notatum *et d'*Actinomyces griseus. Note [1] de MM. **Gaston Ramon** et **Rémy Richou**.

Il a été montré, dans des Notes antérieures, que les complexes antagonistes des filtrats de culture de *B. subtilis*, de *Penicillium notatum*, d'*Actinomyces griseus* que l'on fait intervenir *in vitro*, dans les conditions que nous avons indiquées, sur diverses bactéries, sur des toxines microbiennes variées, sur certains ultravirus, sont capables de modifier, d'altérer ces éléments et même d'annihiler plus ou moins complètement leur activité grâce aux principes antibiotiques, antidotiques, diastasiques qu'ils sont susceptibles de renfermer [2].

Nous nous sommes proposé de rechercher, en premier lieu, si deux complexes antagonistes issus l'un de la culture du *Penicillium notatum*, l'autre de la culture de l'*Actinomyces griseus* peuvent réagir l'un sur l'autre et quelles sont les conséquences de cette réaction.

Dans ce but, nous avons préparé des mélanges à parties égales de filtrats de culture de *Penicillium notatum* et d'*Actinomyces griseus*. Après avoir exposé ces mélanges, durant des temps variables, soit à la chambre froide (+2°, +4°), soit à la température du laboratoire (15°), soit à celle de l'étuve (37°), nous avons déterminé leur pouvoir antibiotique à l'égard du staphylocoque et du bacille diphtérique, selon notre technique habituelle qui consiste à rechercher quelle est la plus petite quantité de filtrat ou de mélange de filtrats qui, ajoutée à 4$^{cm^3}$ de milieu de culture approprié, empêche la végétation du germe d'épreuve.

Nous avons résumé succinctement, en un tableau, les conditions et les résultats de l'une de nos expériences.

Quantités de filtrat ou de mélange ajoutées à 4$^{cm^3}$ de bouillon.
Végétation après 24 heures.

	1.	1/2.	1/4.	1/5.	1/10.	1/20.	1/50.	1/100.	1/200.	1/400.	1/1000.	0.
A. *Épreuve vis-à-vis de staphylocoque.*												
Filtrat de Penicillium.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+
» d'Actinomyces.	—	+?	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Mélange $\widehat{aa}$ (48 heures, frigo).	—?	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Mélange $\widehat{aa}$ (48 heures, temp. ord.).	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Mélange $\widehat{aa}$ (24 heures, étuve).	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

(1) Séance du 28 mai 1947.

(2) Voir pour les renseignements bibliographiques notre récente Communication : *Comptes rendus*, **224**, 1947, p. 1407.

B. *Épreuve vis-à-vis du bacille diphtérique.*

	Végétation après 48 heures.											
Filtrat de Penicillium.	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	+	+
» d'Actinomyces.	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+
Mélange $\widehat{aa}$ (48 heures, temp. ord.).	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+

De cette expérience et d'autres semblables, il ressort que le pouvoir antibiotique du filtrat de Penicillium à l'égard du staphylocoque et du bacille diphtérique est très altéré, sinon entièrement détruit par le filtrat d'Actinomyces que nous avons utilisé, cela vraisemblablement grâce à une action diastasique due à une sorte de pénicillinase élaborée par l'*Actinomyces griseus*, au cours de sa végétation dans le milieu de culture (³). Par contre, l'activité antibiotique du filtrat d'*Actinomyces* (⁴) ne paraît guère atteinte par le complexe antagoniste retiré de la culture du Penicillium notatum.

HISTOCHIMIE. — *Marche de l'attaque des particules d'aluminium par les phagocytes pulmonaires. Rapports avec la structure moléculaire du métal.* Note (¹) de MM. **Albert Policard** et **Émile Pruvot**.

Pour des problèmes de pathologie industrielle, nous avons été amenés à étudier les conditions d'attaque, par les cellules phagocytaires du poumon, de particules d'aluminium métallique inhalées pendant la respiration.

Les particules considérées ici sont du type constituant les poudres utilisées dans la fabrication des peintures et revêtements métallisés et obtenues par laminage et écrasement dans un tube Mill; elles sont lamellaires, en paillettes plus ou moins irrégulières de 5 à 6$^{\mu}$ d'épaisseur et de 5 à 10$^{\mu}$ de diamètre. Pour des raisons techniques de fabrication, elles sont revêtues d'un film, probablement monomoléculaire, d'acide stéarique (la poudre renferme 2 à 3 % de cet acide).

(³) Signalons ici qu'ayant utilisé, dans certaines expériences, un filtrat d'*Actinomyces* issu d'une culture qui, avant la filtration, avait été additionnée de chloroforme, nous avons constaté que la présence du chloroforme semblait inhiber dans une grande mesure l'action destructive de ce filtrat à l'égard de la pénicilline contenue dans le filtrat de *Penicillium notatum*. Nous poursuivons l'étude de ce phénomène.

(⁴) Pourtant, le filtrat d'*Actinomyces griseus* dont nous nous sommes servis, titrait seulement 16 unités (épreuve effectuée avec *Escherichia* Coli) et avait un pouvoir antibiotique très faible à l'égard du staphylocoque d'épreuve (nº **72** de P. Nélis) et, par contre, relativement fort vis-à-vis du bacille diphtérique employé (B. diphtérique Am. nº **8** de Park et Williams).

(¹) Séance du 28 mai 1947.

Par des empoussiérages intensifs, on fait absorber une quantité notable de ces poussières par des animaux de laboratoire (Rat, Cobaye). On étudie leur sort dans le tissu pulmonaire. Suivant le mode habituel, une partie de ces poussières pénètre dans les alvéoles et sont phagocytées par les cellules alvéolaires. Dans le protoplasma de ces cellules, les particules métalliques subissent une attaque progressive qui conduit à leur dissolution en un temps plus ou moins long, de l'ordre de 8 à 20 et 30 semaines. Cette attaque se fait suivant un mode particulier que nous avons essayé de préciser.

Deux points sont à envisager : la marche de l'attaque et son mécanisme.

Marche de l'attaque. — L'attaque des paillettes métalliques microscopiques ne se fait jamais d'une façon régulière homogène. Elle prédomine au niveau de certaines lignes de corrosion. D'où ce résultat que la paillette est progressivement disloquée en très petits grains sphériques ou plutôt octaédriques, tous semblables entre eux, ayant un diamètres de $0^{\mu},5$ environ. La paillette subit, du fait de l'attaque protoplasmique, une sorte de dissociation par sa surface et par son intérieur, le long de ces lignes de corrosion dominante. Cette attaque de la paillette conduit à sa dissociation en élements granuleux extrêmement petits et tous semblables.

Cette dissociation paraît se faire sans altération apparente du noyau ni du cytoplasma. En particulier, on n'observe jamais cette transformation par *momification* du protoplasma produite par les particules de silice.

Libérées par la corrosion, les particules sphériques élémentaires paraissent capables d'être éventuellement déplacées dans la cellule par les mouvements protoplasmiques.

Mécanismes intervenant dans l'attaque des paillettes métalliques. — Le mécanisme même de la corrosion par le protoplasma demeure encore indéterminé. Quelles sont exactement les rôles du pH, de l'ionisation des sels, du NaCl, etc.? Il est impossible de le dire. On peut cependant penser que ces processus interviennent simultanément sans s'exclure. Les produits de l'attaque, d'autre part, n'apparaissant pas morphologiquement, on peut penser qu'ils sont dissous et enlevés au fur et à mesure sans amener aucune modification sensible du protoplasma.

Par contre, la marche même de la corrosion permet d'intéressantes considérations. Une partie des lignes de corrosion est certainement en rapport avec les craquelures des paillettes liées au laminage et à l'écrouissage utilisés dans leur fabrication. Dans une paillette un peu grande, on peut, en particulier, noter un certain parallélisme entre les lignes de corrosion, parallélisme assez grossier, qui justifie cette explication.

Mais dans la marche de la corrosion peut aussi intervenir un second mécanisme en rapport avec les caractères de cristallisation de l'aluminium métallique.

On sait que, dans l'aluminium, les impuretés métalliques : fer, silicium, titane, manganèse, vanadium, etc., sont localisées aux joints des cristaux. La

taille de ces cristaux varie suivant le degré de pureté du métal. Avec de l'aluminium extrêmement pur, les monocristaux peuvent atteindre le centimètre. L'aluminium des poussières lamelleuses utilisées ici était à 99,5 % environ. Les monocristaux peuvent atteindre une fraction de millimètre. Les particules métalliques, plus ou moins sphériques, libérées par la dissociation, semblent devoir être considérées comme des monocristaux individuels d'aluminium, de forme octaédrique on le sait.

La dissociation en ces cristaux individuels paraît pouvoir être rapportée précisément à la localisation des impuretés au niveau de leur zone de contact; elles donnent avec l'aluminium des couples électrochimiques qui favorisent la désagrégation fissurante, processus bien connu.

Le singulier est que cette désagrégation électrolytique vraisemblable ne paraît pas altérer le protoplasma.

Une fois libérés, les monocristaux continuent à être attaqués, mais cette fois par leur périphérie exclusivement. En attendant un temps suffisamment long, on constate leur diminution régulière de diamètre jusqu'à ce qu'ils atteignent la limite extrême de visibilité microscopique.

Les faits ci-dessus, en dehors de leur intérêt en ce qui concerne l'aluminium même, constituent un exemple de ce fait général, que la marche des attaques phagocytaires par la matière vivante est fonction de la structure moléculaire et cristalline des corps attaqués, exactement comme dans les attaques *in vitro*.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède par la voie du scrutin à l'élection de deux Associés étrangers.

Par la majorité absolue des suffrages, M. **Godfrey Harold Hardy** est proclamé élu en remplacement de M. *Thomas Hunt Morgan*, décédé, et M. **Albert Francis Blakeslee** est proclamé élu en remplacement de M. *Simon Flexner*, décédé.

Leurs élections seront soumises à l'approbation de M. le Président de la République.

Par l'unanimité des suffrages, M. **Pierre Teilhard de Chardin** est élu Correspondant pour la Section de Minéralogie en remplacement de M. *Vladimir Vernadsky*, décédé.

CORRESPONDANCE.

L'**Association des Ingénieurs sortis de l'École de Liége** annonce les manifestations qu'elle organise en août et septembre 1947 pour commémorer le centième anniversaire de sa fondation et en adresse le programme.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la substitution d'une valeur exceptionnelle par une propriété lacunaire.* Note de M. **Ferran Sunyer i Balaguer**, présentée par M. Arnaud Denjoy.

Soit $F(z)$ une fonction entière d'ordre entier ρ_0 et d'ordre précisé $\rho(r)$. On sait que, quelles que soient les fonctions entières $f_0(z)$ (non identiquement nulle) et $f_1(z)$ d'ordre précisé inférieur à $\rho(r)$, on a, avec les notations de Nevanlinna,

$$\overline{\lim_{r=\infty}}\, n[r, (f_0 F - f_1)^{-1}]\gamma^{-\rho(r)} > 0,$$

sauf pour un couple exceptionnel au plus.

Dans cette Note, nous nous proposons de donner quelques résultats qui montrent, qu'avec des conditions lacunaires sur la série de Taylor qui représente $F(z)$, on peut assurer la non-existence du couple exceptionnel.

Commençons par la précision suivante d'un résultat ancien de Wiman [1].

Lemme. — *Soit $f(z)$ une fonction entière d'ordre ρ_0 et d'ordre précisé $\rho(r)$. Lorsque l'on a*

$$\overline{\lim_{r=\infty}}\, n(r, f^{-1}) r^{-\rho(r)} < BC(\rho_0) \qquad (B < 1),$$

où $C(\rho_0)$ est une quantité qui dépend seulement de ρ_0, alors, pour toute suite $R_n (\lim R_n = \infty)$ telle que

$$\lim_{n=\infty} \log \mathfrak{M}(R_n, f^{-1}) R_n^{-\rho(R_n)} = 1,$$

on a, pour $R_n \Omega^{-1} < r < \Omega R_n$ et $z = re^{i\alpha}$,

$$\log|f(z)| < \left[\left(\frac{r}{R_n}\right)^{\rho_0} \psi_1(R_n) \cos\rho_0\big(\alpha - \alpha(R_n)\big) + B\Omega^{\rho_0+1}\big(1+\varepsilon(R_n)\big)\right] R_n^{\rho(R_n)},$$

avec

$$\big(1-\varepsilon(R_n)\big)(1-B) < \psi_1(R_n) < \big(1+\varepsilon(R_n)\big)\beta(B),$$

où $\lim_{B=0} \beta(B) = 1$, et où $\lim_{R=\infty} \varepsilon(R) = 0$ $\big(\varepsilon(R)$ peut différer d'une formule à l'autre$\big)$.

En désignant par l_k des entiers tels que $0 = l_0 < l_1 < \ldots < l_k < \ldots$ et en appliquant une précision d'un résultat de Pólya [2], on peut démontrer le théorème suivant :

Théorème I. — *Soit*

$$F(z) = \sum_{k=0}^{\infty} a_k z^{l_k} \tag{1}$$

une fonction entière d'ordre entier ρ_0 et d'ordre précisé $\rho(r)$, et soit $D(1)$ la densité maximum de la suite des l_k. Si $D(1)\rho_0 < 1$, alors, quelles que soient les fonctions

---

(1) *Arkiv for Mathematik*, **1**, 1904, p. 327.

(2) *Mathematische Zeitschrift*, **29**, 1928, p. 549.

$f_0(z)(\neq 0)$ et $f_1(z)$ entières et d'ordre précisé inférieur à $\rho(r)$, on a

$$\overline{\lim_{r=\infty}}\, n[r(f_0\mathrm{F}-f_1)^{-1}]\, r^{-\rho(r)} \geqq \mathrm{B}_1\mathrm{C}(\rho_0),$$

où B_1 dépend uniquement de $\rho_0\mathrm{D}(1)$.

Soit $\mathrm{A}(\rho_0)$ la plus grande quantité inférieure a ρ_0 et qui, pour toute valeur de α qui vérifie $(\pi/2) < \rho_0\alpha < \pi\mathrm{A}(\rho_0)$, satisfasse à l'inégalité

$$\log[\cos(\rho_0\alpha+\pi)] + 3\,\mathrm{A}(\rho_0)\log\frac{\rho_0 e^3}{\mathrm{A}(\rho_0)} + \sqrt{\pi^2(\mathrm{A}(\rho_0))^2-\rho_0^2\alpha^2} \leqq 0;$$

avec cette définition et en utilisant, au lieu de la précision du résultat de Polya, un résultat de Mandelbrojt [3], on peut démontrer le théorème suivant :

Théorème II. — *Soit la fonction $\mathrm{F}(z)$, représentée par (1), une fonction entière d'ordre entier ρ_0 et d'ordre précisé $\rho(r)$. Si*

$$\overline{\lim_{k=\infty}}\, k l_k^{-1} = \mathrm{D}(0) < \mathrm{A}(\rho_0)\rho_0^{-1},$$

alors, quelles que soient les fonctions $f_0(z)(\neq 0)$ et $f_1(z)$ entières et d'ordre précisé inférieur à $\rho(r)$, on a

$$\overline{\lim_{r=\infty}}\, n[r,\, (f_0\mathrm{F}-f_1)^{-1}]\, r^{-\rho(r)} \geqq \mathrm{B}_2\mathrm{C}(\rho_0),$$

où B_2 dépend uniquement de $\mathrm{D}(0)$ et de ρ_0.

Lorsque la fonction $\mathrm{F}(z)$ est en plus à une croissance très régulière par rapport à l'ordre $\rho(r)$, on peut remplacer la limite supérieure de l'expression $n[r(f_0\mathrm{F}-f_1)^{-1}]r^{-\rho(r)}$ par sa limite inférieure; on obtiendra ainsi le résultat suivant :

Théorème III. — *Soit la fonction $\mathrm{F}(z)$, représentée par (1), une fonction entière d'ordre entier ρ_0, d'ordre précisé $\rho(r)$ et telle que*

$$\lim_{r=\infty}\log \mathrm{M}(r,\,\mathrm{F})\, r^{-\rho(r)} = b > 0.$$

Si l'une au moins des deux conditions : 1° $\mathrm{D}(1)\rho_0 < 1$, 2° $\overline{\lim}\,\mathrm{K} l_{\mathrm{K}}^{-1} = \mathrm{D}(0) < \mathrm{A}(\rho_0)\rho_0^{-1}$ est satisfaite, alors, quelles que soient les deux fonctions entières $f_0(z)(\neq 0)$ et $f_1(z)$ d'ordre précisé inférieur à $\rho(r)$, on a

$$\underline{\lim_{r=\infty}}\, n[r(f_0\mathrm{F}-f_1)^{-1}]\, r^{-\rho(r)} \geqq [\mathrm{B}_3\mathrm{G}(\rho_0)]^{-\sigma\rho_0},$$

où $\mathrm{B}_3 = b\mathrm{B}_1$ quand c'est la condition 1° qui est satisfaite et $\mathrm{B}_3 = b\mathrm{B}_2$ quand c'est la condition 2° qui est satisfaite

Le théorème II et le théorème III dans le cas de la condition 1° ne peuvent pas, à un certain point de vue, être améliorés, car la fonction $c^{z^{\rho_0}}$ vérifie $\mathrm{D}(1) = 1/\rho_0$ et présente le couple exceptionnel $f_0(z) \equiv 1$, $f_1(z) \equiv 0$.

---

[3] *Séries lacunaires* (*Actualités scientifiques*, Paris, 1936, p. 13).

TOPOLOGIE. — *Sur les espaces fibrés différentiables.*
Note (¹) de M. **Charles Ehresmann**, présentée par M. Élie Cartan.

Étant données trois variétés différentiables E, B, F, une structure d'espace fibré différentiable sur E est définie par un atlas différentiable (²) de E sur $B \times F$ tel qu'une carte locale soit définie par un homéomorphisme différentiable d'un ensemble ouvert de E sur un ensemble $U \times F$, U étant un ouvert de B, et que tout changement de coordonnées locales soit un homéomorphisme différentiable d'un ensemble $U \times F$ sur lui-même de la forme $x' = x$, $y' = t(x, y)$, $x \in U$, $y \in F$, $y' \in F$. Si $z \in E$ est représenté dans une carte locale sur $(x, y) \in U \times F$, l'application p telle que $p(z) = x$ définit E comme espace fibré sur l'espace de base B (en supposant que les ensembles U correspondant aux cartes locales données recouvrent B). p est différentiable et chaque fibre F_x est une variété différentiable plongée dans E.

Proposition 1. — *Si* E *est compact, toute application différentiable p, en tout point de rang n, de* E *sur une variété* B *de dimension n détermine sur* E *une structure d'espace fibré différentiable* (³).

Un champ Φ d'éléments de contact de dimension n (= dimension de B), défini sur l'espace fibré différentiable E, sera dit sécant si les fibres F_x forment des sections (⁴) de Φ. On voit facilement qu'il existe toujours des champs sécants, mais seulement exceptionnellement des champs sécants complètement intégrables.

Proposition 2. — *Soit* Φ *un champ sécant complètement intégrable de l'espace fibré différentiable* E, *à fibre compacte* F. *La projection p de* E *sur* B *définit chacune des variétés intégrales complètes de* Φ *comme revêtement de* B. *Soit* (B', f, x') *le plus petit revêtement pointé* (⁵) *de* (B, x) *qui recouvre tous les revêtements précédents, supposés pointés au-dessus de* $x \in B$. *Soit* p' *la projection canonique de* $B' \times F$ *sur* B'. *Il existe une application* f' *de* $B' \times F$ *sur* E, *telle que* $f \circ p' = p \circ f'$, *qui définit* $B' \times F$ *comme revêtement de* E *et qui applique chaque ensemble* $B' \times \{y\}$, *où* $y \in F$, *sur une variété intégrale complète de* Φ.

En particulier, si B est compact, son groupe de Poincaré étant fini, toutes les variétés intégrales complètes sont compactes. Si B est simplement connexe,

---

(¹) Séance du 2 juin 1947.

(²) D'une façon précise, par l'atlas maximal contenant l'atlas donné et satisfaisant aux conditions imposées. Voir *Comptes rendus*, **216**, 1943, pp. 628-630.

(³) M. Reeb, à qui j'ai signalé ce résultat, l'a appliqué dans *Comptes rendus*, **222**, 1946, pp. 847-849, th. I.

(⁴) Voir *Comptes rendus*, **224**, 1947, pp. 444-445.

(⁵) Pour la terminologie, voir C. Ehresmann, *Sur les applications continues*, etc., (*Bull. Soc. Math. de France*, **72**, 1944, p. 38).

E est isomorphe à $B \times F$. La proposition 2 s'étend aux variétés feuilletées étudiées par M. Reeb [6].

Corollaire. — *Avec les hypothèses de la proposition 2, les groupes d'homotopie de* E *sont isomorphes à ceux de* $B \times F$.

Remarque I. — Plus généralement, un espace fibré E possède cette dernière propriété lorsque l'espace de base B admet un revêtement (B', f) tel que f soit la projection $p \circ f$. d'une application continue f' de B' dans E. Un espace fibré E admet un revêtement isomorphe à $B' \times F$ lorsque B admet un revêtement B' contractile en un point. Dans ce cas on obtient une méthode de construction de tous les espaces fibrés sur l'espace de base B.

Remarque 2. — On voit facilement que les hypothèses de la proposition 2 plus l'hypothèse que E et p sont trois fois différentiables et Φ deux fois différentiable forment les conditions d'existence sur E d'un ds^2 tel qu'on ait le résultat que communique Lichnérowicz [7] : $b_i(B) \leq b_i(E)$, quel que soit i, en désignant ainsi les nombres de Betti de B et E pour la dimension i. Cette inégalité se démontre d'une façon élémentaire dans le cas suivant : E est un espace fibré compact sur un complexe B et le squelette K_r de dimension r de B admet un revêtement compact dans E; c'est-à-dire qu'il existe un espace compact K'_r et une application f' de K'_r dans E dont la projection $f = p \circ f'$ définit K'_r comme revêtement de K_r. f induit un homomorphisme f^* du groupe de cohomologie $H_i(B)$ *dans* celui de K'_r, pour $i \leq r$. Si le groupe des coefficients est le groupe additif des rationnels, f^* est isomorphisme. En effet, soit $W_i \in H_i(B)$ et Γ^i un cycle tel que $(W_i, \Gamma^i) \neq 0$. Il existe dans K'_r un cycle Γ'^i tel que $f(\Gamma'^i) = k\Gamma^i$. Donc $(f^*(W_i), \Gamma'^i) = (W_i, k\Gamma^i) \neq 0$, c'est-à-dire $f^*(W_i) \neq 0$. Comme $f^* = f'^* \circ p^*$, il en résulte que p^* est aussi un isomorphisme pour $i \leq r$. En particulier la condition est toujours vérifiée pour $r = 1$. Par exemple, la condition est vérifiée pour $r = n$ lorsque B est une variété différentiable admettant un revêtement compact parallélisable, E étant un espace fibré *associé* [2] à B. Il en est ainsi pour un espace compact localement euclidien, qui, d'après un théorème de Bieberbach, admet le tore comme revêtement.

Proposition 3. — *Soit* Φ *un champ sécant quelconque de l'espace fibré différentiable* E, *à fibre compacte* F. *A chaque chemin différentiable reliant* x *à* x' *dans* B *correspond un homéomorphisme bien déterminé de* F_x *sur* $F_{x'}$. *A l'ensemble des chemins fermés d'origine* x *correspond un groupe d'automorphismes de* F_x, *qu'on peut prendre pour groupe de structure de* E. *Si* Φ *est complètement intégrable, on a une représentation du groupe de Poincaré de* B *en* x *sur le groupe d'automorphismes* G *de* F_x.

On peut dire que Φ définit une structure *d'espace fibré à connexion infinitésimale*. On rattache facilement à cette notion les espaces généralisés de M. E. Cartan [8].

---

(6) *Comptes rendus*, **224**, 1947, p. 1613.

(7) *Comptes rendus*, **224**, 1947, pp. 1413-1414.

(8) J'ai développé cette conception des espaces de Cartan à la fin d'une conférence faite à Zurich en octobre 1942.

TOPOLOGIE. — *Variétés feuilletées, feuilles voisines.* Note [1] de M. **Georges Reeb**, présentée par M. Élie Cartan.

Cette Note a pour objet de généraliser certaines propriétés énoncées dans des cas plus particuliers dans une Note antérieure [2]. A cet effet nous introduisons la notion de variété feuilletée : soit une variété V_n et un atlas A de V_n, formé par une famille de cartes (f_i, Ω_i) (où Ω_i est un ouvert de V_n et f_i un homéomorphisme de Ω_i dans R^n). Si $\Omega_i \bigcap \Omega_j \neq \emptyset$ le changement de coordonnées locales $h_{ij}=f_j f_i^{-1}$ s'exprime par n relations : $y^r=h_{ij}^r(x^1, \ldots, x^n)$ $(r=1, \ldots, n)$. Nous dirons que l'atlas A jouit de la propriété F si les fonctions h_{ij}^r pour $r=1, \ldots, n-p$ ne dépendent au voisinage d'un point que des variables $x^1, \ldots, x^{n-p}$. L'atlas A peut être complété en un atlas complet A* jouissant de la propriété F. Cet atlas A* définit dans V_n une structure [3] de variété feuilletée pour la dimension p.

Exemple : Un champ E_q continûment différentiable et complètement intégrable, d'éléments de contact à q dimensions sur V_n, permet de munir V_n d'une structure d'espace feuilleté [les f_i étant les homéomorphismes continûment différentiables, transformant le champ E_q en le champ défini par les équations $dx^r=0$ $(r=1, \ldots, n-q)$].

Appelons *élément* l'image réciproque par f_i d'une composante connexe de la trace sur $f_i(\Omega_i)$ d'une variété plane $x^r=$ const. $(r=1, \ldots, n-q)$.

Soit T une topologie dans V_n définie ainsi : une base de filtres de voisinage d'un point $x \in V_n$ est constituée par l'ensemble des éléments contenant x. Un domaine relativement à T est une variété; nous appellerons feuille une composante connexe relativement à T. Comme dans la Note [2] nous définissons les feuilles régulières, localement partout denses, etc.

Dans ces conditions :

Théorème 1. — *Si V_n est compacte et si toutes les feuilles sont régulières ou localement partout denses, chaque feuille régulière contient une feuille compacte dans son adhérence.*

Théorème 2. — *Si V_q est une feuille compacte à groupe de Poincaré $\Pi(V_q)$ fini, toutes les feuilles rencontrant un certain voisinage de V_q sont compactes et ont un groupe de Poincaré fini, isomorphe à un sous-groupe de $\Pi(V_q)$.*

Théorème 3. — *Si en plus des hypothèses du théorème 2, V_n est compacte et $q=n-1$, toutes les feuilles sont compactes.*

---

(1) Séance du 2 juin 1947.

(2) Ch. Ehresmann et G. Reeb, *Comptes rendus*, **218**, 1944, pp. 955-957.

(3) Suivant la définition générale des structures de variétés donnée par M. Ch. Ehresmann depuis plusieurs années dans son cours. (Les changements de coordonnées h_{ij} admissibles formant un pseudo-groupe d'homéomorphismes locaux dans R^n.) Voir cas particulier des variétés différentiables : Ch. Ehresmann, *Comptes rendus*, **216**, 1943, pp. 628-630.

Complément au théorème 2. — *Si de plus les f_i sont deux fois continûment différentiables, les feuilles voisines de V_q sont homéomorphes à des revêtements de V_q.*

Le théorème 1 résulte des lemmes suivants :

a. L'ensemble $E(V_q)$ des points adhérents à une feuille V_q et non contenus dans V_q, contient avec chacun de ses points la feuille contenant ce point.

b. Soit (avec les hypothèses de 1) V_q une feuille régulière, alors $E(V_q)$ est compact et ne contient que des feuilles régulières. Les compacts de V_n qui, avec chacun de leurs points contiennent la feuille régulière contenant ce point, ordonnés par la relation d'inclusion, forment un ensemble inductif dont un élément minimal est une feuille compacte en vertu de ***a*** et *b*.

La définition et les propriétés du complexe K_1 associé à une fonction numérique différentiable f que nous avons énoncés dans la Note [4], sont valables dans le cas plus général où f est continue, a des singularités isolées, et définit dans V_n (privée des points singuliers de f) une structure d'espace feuilleté.

Rappelons que le groupe $\pi(K_1)$ de K_1 est isomorphe à un groupe quotient du groupe de Poincaré $\pi(V_n)$ de V_n.

De plus, $\pi(K_1)$ est un groupe libre. Il en résulte :

Si tout sous-groupe invariant de $\pi(V_n)$ contient le sous-groupe des commutateurs [il en est ainsi notamment si $\pi(V_n)$ est abélien], le groupe $\pi(K_1)$ est réduit à l'identité ou au groupe libre à un générateur.

GÉOMÉTRIE. — *Nouvelles sphères associées au tétraèdre.*

Note [1] de M. **Victor Thébault**, présentée par M. Élie Cartan.

Soient un tétraèdre $T \equiv ABCD$, inscrit dans une sphère (O, R), dont les arêtes $BC = a$, $DA = a'$, $CA = b$, $DB = b'$, $AB = c$, $DC = c'$; G et G_i $(i = a, b, c, d)$ les centres de gravité de T et des faces BCD, CDA, DAB, ABC; G'_i les milieux des médianes AG_a, BG_b, CG_c, DG_d; Ω le point de Monge.

1. Théorème. — *Dans un tétraèdre* T, *les sphères décrites sur les médianes comme diamètres, les sphères tracées sur les cercles de Monge des ellipses de Steiner inscrites aux triangles des faces comme grands cercles et les sphères de Longchamps* [2] *des tétraèdres complémentaires des tétraèdres* ΩBCD, ΩCDA, ΩDAB, ΩABC *sont douze sphères orthogonales à la sphère* (Ω, σ) *de Longchamps du tétraèdre complémentaire* $t \equiv G_a G_b G_c G_d$. Cela résulte des formules.

$$(1)\quad \begin{cases} \overline{\Omega O}^2 = \dfrac{4R^2 - \Sigma(a^2 + a'^2)}{4}; \qquad \overline{AG_a}^2 = \dfrac{(a'^2 + b^2 + c^2)}{3} - \dfrac{(a^2 + b'^2 + c'^2)}{9}, \qquad \ldots; \\[2ex] \rho_a^2 = \dfrac{(a^2 + b'^2 + c'^2)}{18}, \qquad \ldots; \qquad \sigma^2 = \dfrac{\left(\overline{\Omega O}^2 - R^2\right)}{3} = \dfrac{R^2 - \Sigma(a^2 + a'^2)}{12}, \end{cases}$$

(4) G. Reeb, *Comptes rendus*, **222**, 1946, p. 847.

(1) Séance du 28 mai 1947.

(2) V. Thébault, *Mathesis*, 1932, pp. 223-229; *l'Enseignement Mathématique* (Genève), 1937, pp. 81-99.

qui expriment le carré de la distance du centre de la sphère (O) au point de Monge, les carré des médianes, les carrés des rayons des cercles de Monge des ellipses de Steiner inscrites aux faces, le carré du rayon de la sphère de Longchamps du tétraèdre t, et des expressions

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned} \overline{\Omega A}^2 &= R^2 + (a'^2 + b^2 + c^2 - a^2 - b'^2 - c'^2)/4, \quad \ldots; \\ \overline{\Omega G'_a}^2 &= R^2 - (a^2 + b'^2 + c'^2)/9, \quad \ldots; \\ \overline{\Omega G_a}^2 &= R^2 - [3(a'^2 + b^2 + c^2) + a^2 + b'^2 + c'^2]/36, \quad \ldots, \end{aligned}\right.$$

des carrés des distances de Ω aux sommets des tétraèdres T, $t' \equiv G'_a G'_b G'_c G'_d$, t. En effet, on a

$$\overline{\Omega G'_a}^2 - \overline{AG_a}^2/4 = \overline{\Omega G_a}^2 - \rho_a^2 = \overline{\Omega\Omega_a}^2 - \frac{1}{3}\left(\overline{\Omega O}^2 - R^2\right) = R^2 - \Sigma(a^2 + a'^2)/12,$$

Ω_a et R_a désignant le point de Monge et le rayon de la sphère circonscrite au tétraèdre ABCD.

2. Théorème. — *Dans un tétraèdre* T, *les circonférences égales aux circonférences de Monge des ellipses de Steiner inscrites aux faces du tétraèdre anticomplémentaire* T_1, *centrées aux sommets* A, B, C, D *et tracées dans les plans des faces correspondantes du tétraèdre antipodaire* T' *du point de Monge sont sur une sphère* (Ω, σ') *qui appartient au faisceau formé par les sphères circonscrites aux tétraèdres* T et t.

Car, on a

$$\sigma'^2 = \overline{\Omega A}^2 + 9\rho_a^2 = R^2 + \Sigma(a^2 + a'^2)/4,$$

et la distance de G au plan radical des sphères (O) et (Ω, σ') est

$$\overline{GX} = \Sigma(a^2 + a'^2)/16\,\overline{OG}.$$

Corollaire. — *Dans un tétraèdre orthocentrique* T, *d'orthocentre* $H \equiv \Omega$, *les circonférences de Monge des ellipses de Steiner inscrites aux triangles des faces sont sur une même sphère.*

Cette sphère est la transformée de la sphère (H, σ') par l'homothétie (G, $-1/3$).

3. Nous avons appelé *sphère orthocentroïdale* de T la sphère (ω) décrite sur $G\Omega$ comme diamètre ([3]), par analogie avec le cercle orthocentroïdal d'un triangle (Tücker).

Théorème. — *Dans un tétraèdre* T, *le point de Monge coïncide avec le centre radical des sphères orthocentroïdales des tétraèdres* ΩBCD, ΩCDA, ΩDAB, ΩABC.

D'après les relations (1), (2), appliquées au tétraèdre ΩBCD, le double de la

([3]) *Mathesis*, 55, 1945-1946, p. 264.

somme des carrés des arêtes aboutissant au sommet Ω, diminué de la somme des carrés des arêtes de la face opposée est égal à huit fois la puissance $(P_{\Omega a})$ de ce sommet pour la sphère orthocentroïdale (ω_a) de ΩACD. Donc

$$(P_{\Omega a}) = \left[2\left(\overline{\Omega B}^2 + \overline{\Omega C}^2 + \overline{\Omega D}^2\right) - \overline{BC}^2 - \overline{CD}^2 - \overline{DB}^2\right]/8$$
$$= 6R^2 - \Sigma(a^2 + a'^2)/2 = \left(\overline{\Omega O}^2 - R^2\right)/4.$$

Le diamètre de la sphère (Ω) orthogonale aux quatre sphères en cause égale le rayon de la sphère de Monge de la sphère de Longchamps du tétraèdre t.

TÉTRAÈDRE ORTHOCENTRIQUE. — THÉORÈME. — *Dans un pentagone orthocentrique* ABCDH, *l'orthocentre d'un des tétraèdres* $T \equiv ABCD$, $T_a \equiv HBCD$, $T_b \equiv HCDA$, $T_c \equiv HDAB$, $H_d \equiv HABC$ *coïncide avec le centre radical des sphères orthocentroïdales des quatre autres*, car les points de Monge des cinq tétraèdres sont H, A, B, C, D.

COROLLAIRE. — *Dans un tétraèdre orthocentrique* T, *les plans des faces et les arêtes coïncident avec les plans radicaux de la sphère orthocentroïdale associée à celles de* T_a, T_b, T_c, T_d *et avec les axes radicaux de la même sphère associée aux sphères orthocentroïdales de deux des tétraèdres* T_a, T_b, T_c, T_d.

4. A certaines de ces sphères correspondent, dans un quadrangle inscriptible et dans un triangle, des cercles que M. Droussent nous a signalés.

ARITHMÉTIQUE. — *Les courbes de genre* 1 *dans un champ de Galois.* Note de M. **FRANÇOIS CHÂTELET**, présentée par M. Gaston Julia.

Un théorème de F. K. Schmidt (1) permet de montrer que, si une courbe (C) définie dans un champ de Galois R est indécomposable et de genre 1 dans toute extension finie de R, il existe sur (C) des points de R (c'est-à-dire des points à coordonnées dans R). La démonstration de F. K. Schmidt utilise les propriétés transcendantes d'une fonction zéta associée à la courbe (C) dans R. J'ai pu obtenir récemment une démonstration directe, sans recours à l'analyse, de ce théorème; elle généralise et précise une démonstration imparfaite d'un cas très particulier que j'avais esquissée dans une Note antérieure (2).

I. Les méthodes que j'ai exposées dans un mémoire récent (3) permettent de ramener la recherche des points de R situés sur (C) à l'étude d'un système de la forme :

$$(1) \qquad M^{(i)} = M + C_i \qquad (i = 1, 2, \ldots, n).$$

(1) *Analytische Zahlentheorie in Körpern der Charakteristik p* (*Math. Zeit.*, **33**, 1931, pp. 1-32); H. HASSE, *Kongruenzzetafunktionen* (*Sitzungsber. der Berliner Akademie*, **17**, 1934, pp. 250-263).

(2) Classification des courbes de genre un dans le corps des restes module (*Comptes rendus*, **208**, 1939, pp. 487-489).

(3) Méthode galoisienne et courbes de genre 1 (*Annales de l'Université de Lyon*, Section A, **9**, 1946, pp. 40-50).

Pour former ce système, on utilise une extension (finie et normale) convenable K de R (de degré n) et une cubique (C_0)

$$y^2 = x^3 + Ax + B \qquad (\text{A et B dans R}).$$

C_i est un point de K sur (C_0) correspondant à l'élément σ_i du groupe de Galois G de K par rapport à R. L'inconnue est un point M de K sur (C_0) et $M^{(i)}$ est son transformé par σ_i. L'addition sur (C_0) est définie par les formules d'addition des fonctions elliptiques de Weierstrass.

Les n points C_i sont liés par des *relations de compatibilité* qui prennent ici une forme simple du fait que l'extension finie K du champ de Galois R est cyclique. Ils se déduisent de C_1 par les formules

$$C_i = C_1 + C_1^{(1)} + \ldots + C_1^{(i-1)}; \qquad \sum_{i=1}^{n} C_1^{(i)} = 0.$$

Moyennant ces relations le système (1) est équivalent à la relation unique

$$M^{(1)} - M = C_1. \tag{2}$$

2. Pour démontrer le théorème de Schmidt, il suffit donc de montrer que le nombre d' des points C_1 sur (C_0), pour lesquels l'équation (2) a des solutions en M, est égal au nombre d des solutions en M de la relation

$$\sum_{i=1}^{n} M^{(i)} = 0.$$

Or, pour obtenir le nombre L des points de K sur (C_0), on peut additionner le nombre de solutions des équations (2) en M pour les différentes valeurs possibles de C_1. On peut aussi additionner le nombre de solutions des équations

$$\sum_{i=1}^{n} M^{(i)} = D_1 \tag{3}$$

pour les différentes valeurs possibles de D_1 [qui sont nécessairement des points de R sur (C_0)]. On obtient ainsi

$$L = l d' = l' d,$$

où l est le nombre des points de R sur (C_0) et où l' est le nombre des points D_1 pour lesquels l'équation (3) a au moins une solution. Par suite, le théorème de Schmidt est encore équivalent à l'égalité $l' = l$.

3. On appelle *groupe de points sur* (C_0) *dans r d'ordre n* (au sens de la géométrie des séries linéaires sur une courbe) un ensemble de n points M_1, M_2, ..., M_n de (C_0) algébriques par rapport à R, tel que tout conjugué par rapport à R d'un des points M_i soit contenu dans l'ensemble. On appelle « série linéaire sur (C_0) dans R d'ordre n » l'ensemble des groupes précédents

qui vérifient la relation

$$M_1 + M_2 + \ldots + M_n = D_1,$$

où D_1 est un point de R sur (C_0) qui détermine la série linéaire considérée. Le théorème de Riemann-Roch ([4]) permet de montrer qu'une telle série contient $(q^n - 1)/(q - 1)$ groupes, si q est le nombre d'éléments du corps R.

Or, cette série contient en particulier les groupes de la forme M_i [M solution de l'équation (3)]. De plus, les autres groupes sont formés par la réunion de plusieurs groupes sur (C_0) dans R d'ordres inférieurs à n.

Par un procédé de récurrence, on peut alors montrer que le nombre de solutions de l'équation (3) est fonction de l, de n et des entiers positifs inférieurs à n, mais est indépendant du choix du point D_1 sur (C_0) dans R. Or la relation (3) correspondant à D_1 nul a au moins une solution : l'élément nul sur (C_0); donc la relation (3) a au moins une solution pour chaque point D_1 de R sur (C_0). C'est-à-dire que l' est égal à l.

Les calculs précédents permettent de plus d'obtenir le nombre des solutions de l'équation (3), c'est-à-dire d. D'après la relation

$$L = l'd = ld$$

on peut encore calculer le nombre L des points de K sur (C_0) en fonction du nombre l des points de R sur (C_0), du degré n de K par rapport à R et des entiers positifs inférieurs à n, quelle que soit (C_0).

BALISTIQUE EXTÉRIEURE. — *Sur l'intégration par quadratures des équations du mouvement d'un projectile dans un milieu de densité variable.* Note ([1]) de M. **Eugène Leimanis**, présentée par M. Jean Chazy.

Le problème balistique principal fait intervenir, en un point de la trajectoire, rapportée à deux axes rectangulaires, Ox horizontal et Oy vertical, deux forces, la *gravité* g et l'*accélération de la résistance de l'air*, que nous prenons sous la forme $\mathcal{A} = c\,\delta(y)\,v^2\,K(v) = c\,\delta(y)\,f(v)$, et une direction, l'inclinaison τ de la tangente à la trajectoire. La considération de ces trois éléments suffit pour établir les équations différentielles du mouvement. Si au lieu de τ et v on prend pour variables z et u, en posant $\sin\tau = \operatorname{tgh} z$, $v = e^u$, les équations du mouve-

([4]) On trouvera un exposé classique (cas où le corps de base R est le corps des nombres réels et complexes) de ce théorème dans le Traité de F. Enriques et O. Chisini, *Courbes et fonctions algébriques d'une variable*, traduction M. Legaut (Paris, 1926), pp. 167 et 168. On trouvera l'extension de ce théorème au cas d'un corps de base quelconque dans l'exposé de C. Pisot au *Séminaire de mathématiques dirigé par M. G. Julia* (1937-1938, exposé E).

([1]) Séance du 2 juin 1947.

ment peuvent s'écrire

$$(1)\qquad \frac{du}{dz}=\operatorname{tgh} z+\frac{c}{g}\delta(y)f(e^u),\qquad \frac{dy}{dz}=-\frac{e^{2u}}{g}\operatorname{tgh} z;$$

$$(2)\qquad \frac{dx}{dz}=-\frac{e^{2u}}{g}\frac{1}{\cosh z},\qquad \frac{dt}{dz}=-\frac{e^u}{g}.$$

Le nombre c est le *coefficient balistique* du projectile, $\delta(y)$ le poids du mètre cube d'air à la hauteur y, v la vitesse du centre de gravité du projectile, $K(v)$ et $f(v)$ certaines fonctions de v.

Après que le système (1) est résolu, on obtient x et t par de simples quadratures. Soit

$$T=Z(z,u,y)\frac{\partial}{\partial z}+U(z,u,y)\frac{\partial}{\partial u}+Y(z,u,y)\frac{\partial}{\partial y},$$

le symbole d'une transformation infinitésimale, qui transforme le système (1) en lui-même. Pour que T soit indépendante du coefficient balistique c du projectile, il faut que c n'intervienne pas dans les fonctions Z, U et Y. Cela supposé, un calcul facile conduit au système suivant d'équations par rapport à $\delta(y)$ et $f(e^u)$:

$$(3)\quad\left\{\begin{aligned}
&\left\{g\left[a_1\left(\frac{1}{g}-2\right)+2e^{-2u}(a_1y+a_2)\right]\delta(y)-(a_1y+a_2)\delta'(y)\right\}f(e^u)\\
&\qquad\qquad+g\left[a_1\left(1-\frac{1}{g}\right)+e^{-2u}(a_1y+a_2)\right]\delta(y)f'(e^u)e^u=0,\\
&\left\{g\left[\frac{b_1}{g^2}e^{2u}+2e^{-2u}(a_1y+a_2)\right]\delta(y)-(b_1y^2+b_2y+b_3)\delta'(y)\right\}f(e^u)\\
&\quad+g\left[\frac{a_1}{g}-\frac{b_1}{4g^2}e^{2u}+e^{-2u}(a_1y+a_2)-\frac{1}{2g}(2b_1y+b_2)\right]\delta(y)f'(e^u)e^u=0,\\
&\qquad\left[c_2-\frac{b_1}{g}y-\frac{2b_1}{g^2}e^{2u}\right]f(e^u)-\left[c_2-\frac{b_1}{g}y-\frac{b_1}{2g^2}e^{2u}\right]f'(e^u)e^u=0,
\end{aligned}\right.$$

et aux expressions suivantes des fonctions Z, U et Y :

$$Z=\frac{1}{2}\operatorname{tgh} z(2a_1\cosh^2 z+b_1y-c_2g),$$

$$\begin{aligned}U=&-a_1\left(\frac{1}{2}+2ge^{-2u}y\cosh^2 z\right)-2a_2ge^{-2u}\cosh^2 z\\
&+b_1\left[\frac{1}{2}(1+\operatorname{tgh}^2 z)y+\frac{1}{4g}e^{2u}\operatorname{tgh}^2 z\right]+\frac{1}{2}b_2+c_2\frac{g}{2}(1-\operatorname{tgh}^2 z),\end{aligned}$$

$$Y=a_1y\cosh 2z+a_2\cosh 2z+b_1y^2+b_2y+b_3,$$

les a_i, b_j $(i=1,2;\ j=1,2,3)$ et c_2 étant des constantes arbitraires.

Le système (3) est satisfait dans les cas simples suivants :

(I) $a_1=a_2=b_1=b_2=b_3=0,\quad c_2\neq 0: f(e^u)=e^u,\quad \delta(y)$ fonction arbitraire quelconque.

(II) $a_1=a_2=b_1=b_2=0,\quad b_3\neq 0,\quad c_2\neq 0; f(e^u)=e^u,\quad \delta(y)=\delta_0=\text{const.};$

(III) $a_1=a_2=b_1=0,\quad |b_2|+|b_3|>0,\quad c_2\neq 0: f(e^u)=e^u,\quad \delta(y)=\delta_0(b_2y+b_3)^{-\frac{1}{2}}.$

(IV) $a_1=a_2=b_1=c_2=0,\quad |b_2|+|b_3|>0: f(e^u)=e^{nu},\quad \delta(y)=\delta_0(b_2y+b_3)^{-\frac{n}{2}},$

(V) $a_1=b_1=b_2=c_2=0,\quad a_2=b_3\neq 0: f(e^u)=e^{-2u-\frac{a}{2g}e^{2u}},\quad \delta(y)=\delta_0e^{-ay},\ a=\text{const.}$

Cas I. — Dans ce cas les invariants U et V de la transformation T, si l'on prend comme variables $X = gU$, $Y = U + V$, satisfont à l'équation

$$(4) \qquad \frac{dY}{dX} = Y^3 + \varphi(X)\, Y^2,$$

où $\varphi(X) = (c/g)\,\delta(y)$. Si cette équation est résolue, on obtient les variables u et y par une quadrature supplémentaire. Les cas les plus simples, dans lesquels l'équation (4) est intégrable par quadratures, sont donnés par Appell ([2]). Ces cas sont

$$1^\circ \quad \varphi = K e^X, \qquad 2^\circ \quad \varphi = \frac{K}{\sqrt{x}}, \qquad 3^\circ \quad \varphi = KX, \qquad 4^\circ \quad \varphi = \frac{K}{X^2} \qquad (K = \text{const.});$$

d'une façon générale X pourra être remplacé par une fonction linéaire de X. Enfin on peut, au moins théoriquement, par un changement de variables ramener l'*équation de l'hodographe* à l'équation (4) et déterminer, en se servant des résultats ([3]) de M. Drach, toutes les formes de la fontion $\varphi(X)$ rendant intégrable par quadratures l'équation (4).

Cas II *et* III. — Dans le cas II l'équation (4) s'intègre par une quadrature, tandis que dans le cas III on est conduit au cas 2° donné par Appell.

Cas IV *et* V. — Dans le cas IV, les invariants U et V de la transformation T correspondante, si l'on pose $V = W(U) \cosh U$, satisfont à l'équation

$$\frac{dW}{dU} = \frac{1}{g}\left(\frac{b_2}{4} W^3 \sinh 2U + c\delta_0 W^{n+1} \cosh^n U\right),$$

qui, pour $n = 2$ (cas de Legendre), s'intègre par séparation des variables. Dans le cas V, les invariants U et V, si l'on prend comme variables $X = U$ et et $Y = U + V$, satisfont à l'équation à variables séparées

$$\frac{dY}{dX} = c\frac{\delta_0}{g^2} e^{-aY}.$$

ÉLECTROACOUSTIQUE. — *Sur une voix artificielle pour les mesures acoustiques.* Note ([1]) de M. **Pierre Chavasse**, présentée par M. Camille Gutton.

Principe. — Le but du dispositif mis au point au Laboratoire d'Acoustique du Centre National d'études des télécommunications est de remplacer la voix naturelle au cours des essais téléphonométriques, ou pour certaines mesures intéressant l'exploitation des circuits (diaphonie et plus généralement acoustique) ou dans des essais d'acoustique générale. Cette voix se compose essentiellement d'une source de courant à spectre continu et uniforme, formée par un tube au néon travaillant dans une zone d'équilibre instable; celui-ci est polarisé par une tension continue, à travers une résistance et une capacité dont le rôle est de favoriser les oscillations de basse fréquence. Cet effet est complété

([2]) *Journ. de Math.*, 4e série, 5, 1889, p. 382.

([3]) *Ann. Éc. Normale Sup.*, 3e série, 37, 1920, p. 1-94.

([1]) Séance du 28 mai 1947.

par un réseau filtrant simple placé dans un étage d'amplification associé au tube. Il est d'ailleurs possible d'agir sur la forme générale du spectre et d'obtenir à volonté, par l'action d'une clef, un timbre général de voix masculine (maximum de tension vers 550 p : s) ou de voix féminine (maximum vers 1100 p : s). On passe de l'une à l'autre par les commutateurs M-F de la figure 1 qui

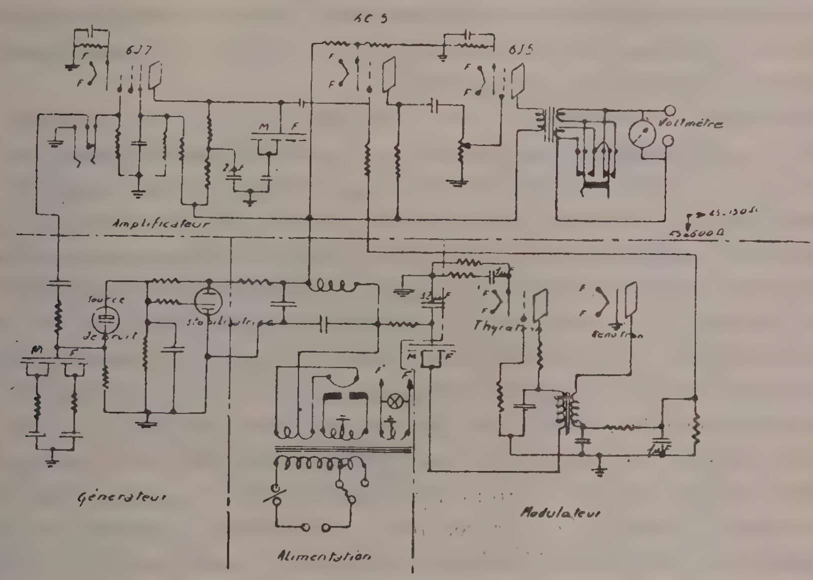


Fig. 1. — Voix artificielle.

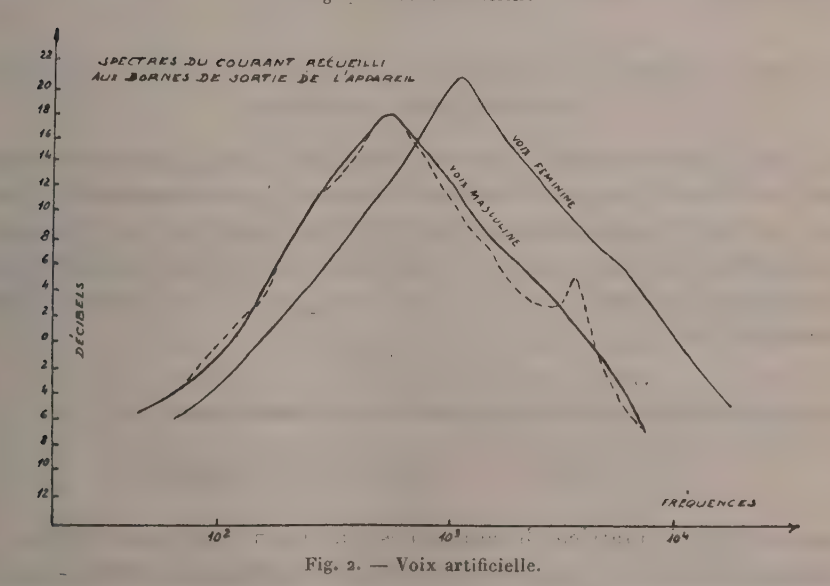


Fig. 2. — Voix artificielle.

donne le schéma général de l'appareil. Les courbes publiées par Fletcher [2]

[2] (Speech and hearing.)

ont pu être ainsi matérialisées (*fig.* 2). Un amplificateur permet d'obtenir une puissance de sortie de 6 mW dans 600 ohms. Des mesures téléphonométriques, exécutées avec cette source de courant sur des écouteurs téléphoniques ayant des efficacités variant de 2,3 db Meilleur à 23,1 db Pire que l'étalon, et les courbes de réponse les plus diverses, ont donné des résultats concordant avec ceux des mesures téléphonométriques normales. Les écarts individuels entre les deux séries de mesures sont au maximum de 1,6 db, ce qui est au plus égal aux écarts téléphonométriques habituels.

Pour rendre l'analogie de la voix artificielle avec la voix naturelle plus complète, on a adjoint au dispositif, qui donne en quelque sorte les sons continus de voyelles, une modulation par relaxation correspondant aux consonnes. On la réalise au moyen d'un thyratron dont le courant passe dans le primaire d'un transformateur : la tension produite par induction aux bornes du secondaire polarise la grille d'une lampe amplificatrice du bruit produit par le tube au néon. Cette modulation a un rythme réglable, mais que l'on fixe de préférence à 4 par seconde, qui est voisin du rythme d'énonciation moyenne des consonnes (voix très lente rythme d'orateur 2 par seconde, voix très rapide 8 par seconde). Dans le cas des mesures de microphones, la voix artificielle est utilisée en liaison avec une bouche artificielle. Il est prévu de lui adjoindre un interrupteur automatique donnant des coupures d'une durée de 2 secondes toutes les 6 à 7 secondes, de manière à simuler les durées normales de reprise de respiration et d'émission vocale continue (variable entre des limites voisines de 3 à 13 secondes).

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Sur la forme matricielle des équations de Maxwell.* Note de M. **Jacques Baudot**.

On a déjà donné de multiples formes matricielles aux équations de l'électromagnétisme dans le vide, en l'absence de charge (ce cas correspond au rayonnement pur dans l'espace vide, en dehors de toute interaction avec la matière). La plus intéressante de ces formes est sans doute celle étudiée par Darwin qui utilise comme *fonction d'onde* les six composantes du bivecteur champ électromagnétique

$$\Psi_{1,i} = \mathrm{H}_i, \qquad \Psi_{2,j} = \mathrm{E}_j.$$

Les équations de Maxwell s'écrivent alors très simplement

$$\left[\frac{1}{c}\partial_t - \gamma_i\,\partial_i\right]\Psi = 0, \qquad \operatorname{div}\Psi_{k,} = 0 \qquad (k = 1, 2)$$

au moyen de trois matrices hermitiennes simples à deux jeux d'indices. On a remarqué depuis [1] que ces matrices satisfaisaient au même groupe de

(1) G. Petiau, *Rev. scient.*, Février 1945, p. 67; *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 1710.

relations que celles de la théorie du photon. Mais Darwin lui-même avait remarqué combien il est gênant d'avoir à juxtaposer aux équations de propagation, les équations de condition en div., qui leur sont hétérogènes. Il est possible d'intégrer très simplement ces équations de conditions aux équations d'évolution en un seul système matriciel, en adjoignant deux composantes fictives $\Psi_{k,4}$ $(k=1,2)$ constantes ou nulles, donc de dérivées temporelles nulles. On a ainsi simplement

$$\frac{1}{c}\partial_t\Psi = \mathcal{A}_i\partial_i\Psi,$$

avec des matrices du huitième rang. Ces matrices sont, par exemple,

$$\mathcal{A}_1 = \left|\begin{array}{cccccccc} & & & & & & & 1 \\ & & & & & & -1 & \\ & & & & & 1 & & \\ & & & & -1 & & & \\ & & & -1 & & & & \\ & & 1 & & & & & \\ & -1 & & & & & & \\ 1 & & & & & & & \end{array}\right|, \qquad \mathcal{A}_2 = \left|\begin{array}{cccc|cccc} & & & & & & & 1 \\ & & & & & & 1 & \\ & & & & -1 & & & \\ & & & & & -1 & & \\ \hline & & -1 & & & & & \\ & & & -1 & & & & \\ 1 & & & & & & & \\ & 1 & & & & & & \end{array}\right|,$$

$$\mathcal{A}_3 = \left|\begin{array}{cccc|cccc} & & & & & -1 & & \\ & & & & 1 & & & \\ & & & & & & & 1 \\ & & & & & & -1 & \\ \hline & 1 & & & & & & \\ -1 & & & & & & & \\ & & & -1 & & & & \\ & & 1 & & & & & \end{array}\right|.$$

Elles sont obtenues en bordant les matrices γ de Darwin du 6e rang. On peut voir immédiatement qu'elles sont composées au moyen des matrices quaternioniennes e'_1, e'_2, e'_3 (2). Malheureusement, elles ne satisfont plus au même groupe, mais à celui des matrices de Dirac. Il est cependant possible de lever cette difficulté, qui se présente dans toutes les représentations matricielles de l'électromagnétisme, en utilisant un formalisme qui nous rapproche encore de la théorie du photon. Nous pouvons en effet écrire une deuxième série d'équations de propagation

$$\frac{1}{c}\partial_t\Psi = \mathcal{B}_i\partial_i\Psi,$$

(2) Kwal, *Journ. Phys.*, 5, 1934, p. 445.

où les $\mathcal{B}_i$ sont obtenus comme les $\mathcal{A}_i$ par bordure des γ de Darwin, mais en changeant les signes de bordures. Les $\mathcal{B}_i$ sont alors composés au moyen des matrices quaternioniennes e_1, e_2, e_3 ([2]). On n'a plus désormais à spécifier $\Psi_{k,4} =$ const. (ou $= 0$), car c'est une *conséquence* des équations de propagation. On a ainsi le double système

$$\frac{1}{c}\frac{\partial}{\partial t}\Psi = \left(\mathcal{A}_1\frac{\partial}{\partial x} + \mathcal{A}_2\frac{\partial}{\partial y} + \mathcal{A}_3\frac{\partial}{\partial z}\right)\Psi, \qquad \frac{1}{c}\frac{\partial}{\partial t}\Psi = \left(\mathcal{B}_1\frac{\partial}{\partial x} + \mathcal{B}_2\frac{\partial}{\partial y} + \mathcal{B}_3\frac{\partial}{\partial z}\right)\Psi.$$

Par addition et soustraction on a le système équivalent

$$\frac{1}{c}\frac{\partial}{\partial t}\Psi = \left(\frac{\mathcal{A}_i + \mathcal{B}_i}{2}\right)\partial_i\Psi; \qquad 0 = \left(\frac{\mathcal{A}_i - \mathcal{B}_i}{2}\right)\partial_i\Psi.$$

Les $\mathcal{B}$ et les $\mathcal{A}$ satisfont comme en théorie du photon de L. de Broglie à

$$\mathcal{A}_i^2 = \mathcal{B}_i^2 = 1, \qquad \mathcal{A}_r\mathcal{A}_s + \mathcal{A}_s\mathcal{A}_r = \delta_{rs}, \qquad \mathcal{A}_r\mathcal{B}_s - \mathcal{B}_s\mathcal{A}_r = 0, \qquad \mathcal{B}_r\mathcal{B}_s + \mathcal{B}_s\mathcal{B}_r = \delta_{rs}.$$

Par contre les $(\mathcal{A}_i + \mathcal{B}_i)/2$ sont égaux aux γ_i de Darwin et satisfont aux relations caractéristiques du photon. Les trois premières équations correspondantes sont les équations $\overrightarrow{\text{rot}}$. La quatrième donne $\partial_i\Psi_{k,4} = 0$. Les équations en $(\mathcal{A}_i - \mathcal{B}_i)/2$ donnent

$$\text{div}\,\Psi_k = 0 \qquad \text{et} \qquad \partial_x\Psi_{k,4} = \partial_y\Psi_{k,4} = \partial_z\Psi_{k,4} = 0.$$

Nous n'utilisons pas la représentation au moyen d'un vecteur champ complexe $\overrightarrow{\text{H}} + i\overrightarrow{\text{E}}$, car cette combinaison voile le sens physique réel de notre Ψ, et introduit prématurément le symbole imaginaire. Par ailleurs il n'existe pas de quatrième matrice anticommutant avec les trois matrices $\sigma_i = i\,e_i$ qui interviennent quand on adjoint les équations de condition aux équations de propagation. Dans le cas que nous traitons, la quatrième matrice anticommutante est immédiate d'après la forme des $\mathcal{A}_i$ (ou des $\mathcal{B}_i$); c'est

$$\mathcal{A}_4 = \mathcal{B}_4 = \left(\begin{array}{c|c} 1 & \\ \hline & -1 \end{array}\right) \qquad \text{et} \qquad \mathcal{A}_{1234} = \mathcal{B}_{1234} = \left(\begin{array}{c|c} & 1 \\ \hline 1 & \end{array}\right).$$

Il n'en existe pas d'autre, ce qui semble devoir introduire quelque différence avec le formalisme de la théorie quantique du photon (ceci provient de ce que $\mathcal{A}_{123} = \mathcal{B}_{123}$).

RADIOÉLECTRICITÉ. — *Sur un générateur d'impulsions apériodiques étalonnées et son application à l'enregistrement statistique et à la radiogoniométrie des atmosphériques.* Note ([1]) de M. **Fernand Carbenay**, présentée par M. Camille Gutton.

L'enregistrement du niveau moyen des atmosphériques a conduit R. Bureau à utiliser, dès 1930, le procédé suivant de vérification du seuil de fonctionne-

([1]) Séance du 2 juin 1947.

ment des récepteurs-enregistreurs statistiques d'atmosphériques comportant un radiocinémographe (²) :

« On charge à un potentiel connu un condensateur dont les fuites sont négligeables. On le décharge ensuite brusquement dans un circuit bien défini et on applique à l'entrée des circuits de l'enregistreur, les variations de tension d'un point du circuit de décharge. Le relais de l'enregistreur obéit. On diminue alors le potentiel de charge du condensateur et l'on recommence l'opération jusqu'au moment où le relais cesse d'obéir. »

J'ai réalisé, en 1942, un générateur d'impulsions apériodiques, basé sur un principe analogue, mais comportant un *couplage inductif variable étalonné* destiné à relier le circuit de décharge du condensateur à l'aérien ou au circuit d'entrée du récepteur-enregistreur.

L'enroulement primaire de l'inductance mutuelle est inséré dans le circuit de décharge, siège du courant d'intensité i, qui comprend, outre le condensateur et le commutateur à mercure (dans le vide), une résistance définissant avec la capacité du condensateur, la constante de temps de valeur appropriée du circuit (10^{-5} à 10^{-6} seconde); l'enroulement secondaire est intercalé, soit dans l'aérien, soit dans le circuit d'entrée du récepteur.

On règle l'inductance mutuelle M ou la différence de potentiel U de charge du condensateur à la valeur correspondant au fonctionnement limite du radiocinémographe, c'est-à-dire que l'on détermine, pour le seuil de fonctionnement de celui-ci, l'impulsion correspondante Φ de la force électromotrice induite dans l'antenne ou appliquée à l'entrée du récepteur

$$\Phi = \int_0^\infty \left(-\mathrm{M}\frac{di}{dt}\right) dt = \frac{\mathrm{M}}{\mathrm{R}}\mathrm{U}.$$

Cette impulsion est une variation de flux magnétique (³).

L'emploi du générateur d'impulsions a été étendu à l'étalonnage des appareils d'enregistrement du niveau moyen des atmosphériques, que j'ai réalisés en 1941 avec des galvanomètres à amortissement prépondérant (⁴), en établissant la relation entre une impulsion Φ appliquée dans l'antenne (ou à l'entrée du récepteur) et la quantité d'électricité Q correspondante traversant l'enregistreur.

Les courbes $\mathrm{Q} = f(\Phi)$ relevées, en juillet 1946, sur les appareils du Laboratoire National de Radioélectricité, mettent en évidence l'apparition de la saturation des tubes électroniques pour des impulsions de grandeur supérieure à

(²) R. Bureau, *Mém. de l'Office National Météorologique de France*, n° 25, 1936, p. 4.

(³) Qui pourrait aussi être produite, en principe, par un commutateur provoquant une variation de courant continu dans un circuit inductif de constante de temps convenable.

(⁴) F. Carbenay, *Comptes rendus*, 212, 1941, p. 1029, et 219, 1944, p. 443; *Annales des Télécommunications*, 1, n° 7, juillet 1946.

deux ou trois fois celle correspondant au seuil, ce qui explique la similitude des enregistrements du niveau moyen des atmosphériques obtenus soit avec le radiocinémographe, soit avec l'enregistreur à amortissement prépondérant, ces deux appareils ayant des constantes de temps du même ordre de grandeur (80 à 150 secondes).

Le générateur d'impulsions a également été utilisé pour l'analyse du fonctionnement et pour l'étalonnage des radiogoniomètres d'atmosphériques. En particulier, les courbes $Q = f(\Phi)$ ont permis récemment à G. Foldès ([5]) d'étudier l'influence de la saturation des tubes sur la variation de largeur du secteur des radiogoniomètres d'atmosphériques de R. Bureau ([6]) en fonction de l'intensité du champ des atmosphériques.

ÉLECTRONIQUE. — *Influence du courant de saturation sur le courant de charge d'espace dans les tubes à vide utilisant des cathodes à oxydes.* Note ([1]) de M. **Robert Champeix**, présentée par M. Camille Gutton.

I. En expérimentant sur des cathodes à oxydes, on observe :

1° Que le courant d'une diode utilisant une telle cathode en régime de charge spatiale peut varier en fonction du courant de saturation.

2° Qu'il n'y a pas de relation prévisible entre la variation du courant de saturation et la variation correspondante du courant de charge spatiale. En effet, suivant les cas, ce dernier peut croître, rester inchangé ou parfois même décroître lorsque le courant de saturation augmente.

Nous nous proposons de donner une explication de ces différents comportements.

II. On sait que lorsque, dans un tube à vide, le courant de saturation I de la cathode est très supérieur au courant de charge d'espace i, ce dernier ne dépend théoriquement pas de I. Mais ceci n'est vrai qu'à la condition que l'émission de la cathode soit régulièrement répartie sur toute sa surface. Or, dans les cathodes à oxydes, cette condition ne se trouve pas toujours réalisée, et c'est ce fait qui est la cause des anomalies constatées, ainsi que nous allons le montrer.

Pour simplifier, supposons la cathode divisée en deux parties égales a et b, ces deux parties pouvant être différentes l'une de l'autre au point de vue de leurs constantes thermioniques, mais chacune d'elles ayant une émission identique et homogène en chaque point de sa propre surface. Appelons I_a et I_b les courants de saturation, i_a et i_b les courants de charge d'espace de chacune de ces parties et soit S/2 leurs surfaces.

([5]) Note préliminaire du Laboratoire National de Radioélectricité, n° 105.

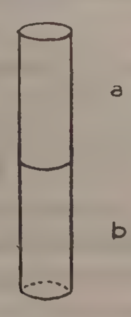
([6]) *Loc. cit.*, p. 4 à 27.

([1]) Séance du 28 mai 1947.

Supposons qu'au début de l'expérience, seule la partie a soit active, et que la partie b n'ait qu'un courant de saturation I_b négligeable devant le courant de charge d'espace i_a. Le courant de saturation total de la cathode se réduira donc à I_a et son courant de charge d'espace total a i_a. Pour fixer les idées, supposons que l'on ait

$$\frac{S}{2} = 1^{\text{cm}^2}; \quad I_a = 1 \text{ ampère}, \quad i_a = 0,01 \text{ ampère}.$$

Supposons maintenant que par un artifice quelconque, activation ou augmentation de température, nous donnions à la partie b un courant de saturation non négligeable devant le courant de charge d'espace i_a, mais cependant faible devant le courant de saturation I_a. Faisons par exemple $I_b = 0,1$ ampère. Dans



ces conditions, le courant de saturation total du tube $I_a + I_b$ sera porté à 1,1 ampère. Quant au courant de charge d'espace i_b, étant donné qu'il n'est plus limité par le courant de saturation, il sera pratiquement égal à i_a, et la surface active de la cathode ayant doublé, on aura

$$i_a + i_b = 0,02 \text{ ampère}.$$

Voici donc un cas où le courant de saturation n'ayant augmenté que de 10 % le courant en charge d'espace est doublé.

III. Un raisonnement analogue permet d'expliquer pourquoi, dans certains cas, une baisse de courant de saturation entraîne une augmentation du courant de charge d'espace. Supposons en effet que nous ayons appliqué à la cathode un traitement tel que l'on ait légèrement désactivé la partie a et au contraire activé la partie b. On pourrait alors constater que la partie a n'aurait plus qu'un courant de saturation de 0,8 A, et que celui de la partie b serait porté de 0 à 0,1 A, soit au total 0,9 A. Cependant, le courant de saturation de chacune des parties étant très supérieur au courant de charge d'espace, ce dernier passerait à 0,02 A, alors qu'il n'était primitivement que de 0,01 A pour un courant de saturation total de 1 A.

IV. Le raisonnement que nous avons appliqué à une cathode théorique séparée en deux parties s'applique également au cas pratique où les parties très émissives et peu émissives sont distribuées irrégulièrement sur la cathode. Nous pouvons comprendre ainsi :

1° Que les variations spontanées ou volontaires du courant de saturation d'une cathode à oxydes peuvent entraîner des variations du courant de charges spatiales dont le sens et la grandeur sont sans rapport avec le sens et la grandeur de la variation du courant de saturation.

2° Que lorsqu'on augmente la tension anodique, le courant électronique d'une cathode à oxydes peut passer très progressivement du régime de charges spatiales au régime de la saturation, en raison des valeurs très différentes de la densité du courant de saturation en chaque point de la cathode.

OPTIQUE ÉLECTRONIQUE. — *Sur la limite de résolution du microscope électronique. Lentille dissymétrique.* Note ([1]) de M. **Henri Bruck**, présentée par M. Camille Gutton.

D'après une Note précédente ([2]), la meilleure limite de résolution d'une lentille à électrons est de

$$\delta_{\min} = 0,42\lambda \sqrt[4]{\frac{\mathcal{C}_s}{\lambda}}.$$

Cependant, ce résultat ne peut être atteint qu'avec une lentille dont la symétrie de révolution est parfaite. On sait aujourd'hui, qu'en fait la limite de résolution du microscope à électrons est généralement imposée par de faibles dissymétries dans l'objectif, qu'il est très difficile d'éviter, notamment une légère ovalisation du champ ([3]) ([4]) ([5]). La limite de résolution s'exprime alors en fonction de ces dissymétries.

On sait ([6]) que ces dernières rendent l'image astigmatique. Le faisceau image, à l'approximation de Gauss n'est plus homocentrique, mais s'appuie sur deux focales. Au milieu, entre ces focales, le faisceau se rétrécit en un cercle de moindre diffusion qui joue pratiquement le rôle d'image. Entre la distance l séparant les focales, le rayon ρ du cercle de moindre diffusion, et la demi-ouverture α du faisceau (toutes ces grandeurs rapportées à l'espace objet), il y a les relations

$$l = \text{const.} = 2\mathcal{C}',$$
$$\rho = \mathcal{C}'\alpha.$$

On peut donc caractériser le défaut de la lentille par une constante d'aberration de dissymétrie $\mathcal{C}'$. La limite de résolution sera donnée en fonction de cette constante dans tous les cas où le défaut de dissymétrie est plus important que l'aberration de sphéricité.

([1]) Séance du 12 mai 1947.

([2]) H. Bruck, *Comptes rendus*, **224**, 1947, p. 1553.

([3]) W. Glaser, *Z. f. Phys.*, **120**, 1942, p. 1.

([4]) J. Hillier et E. G. Ramberg, *J. of Appl. Phys.*, **18**, 1947, p. 48.

([5]) Fr. Bertein, *Comptes rendus*, **224**, 1947, pp, 106, 560, 737.

([6]) M. Cotte, *Thèse*, Paris, 1938.

Suivant la méthode de superposition, la limite de résolution serait

$$\delta = \sqrt{\left(0,6\frac{\lambda}{\alpha}\right)^2 + (\mathcal{C}'\alpha)^2},$$

avec un minimum

$$\delta_{\min} = 1,1\lambda\sqrt[2]{\frac{\mathcal{C}'_s}{\lambda}}$$

pour

$$\alpha_{\text{opt}} = 0,78\sqrt[2]{\frac{\lambda}{\mathcal{C}'}}.$$

Ces formules remplacent les formules classiques dans le domaine $\mathcal{C}' > 2\lambda\sqrt[2]{\mathcal{C}_s/\lambda}$.

On parvient à des formules analogues purement ondulatoires, en admettant que l'optimum de la limite de résolution est atteint avec l'ouverture angulaire 2α du faisceau pour laquelle, dans le plan du cercle de moindre diffusion, la limite de Lord Rayleigh est juste atteinte (¹). Ceci est le cas avec une ouverture 2α telle que la profondeur de champ p que la lentille aurait si elle était symétrique, égale juste la distance l entre les focales. Ici la profondeur de champ p est le domaine axial à l'intérieur duquel la différence de marche maximum n'excède pas la valeur de $\lambda/4$. Dans le domaine $\alpha \leq \sqrt[4]{\lambda/\mathcal{C}_s}$ pour lequel l'influence de l'aberration sphérique sur la profondeur de champ devient négligeable, on a $p = \lambda/\alpha^2$.

Il s'ensuit, pour la limite de résolution optimum de la lentille dissymétrique en théorie ondulatoire,

$$\delta_{\min} = 0,85\lambda\sqrt[2]{\frac{\mathcal{C}'}{\lambda}}$$

avec

$$\alpha_{\text{opt}} = 0,71\sqrt[2]{\frac{\lambda}{\mathcal{C}'}},$$

dans le domaine $\mathcal{C}' > 0,5\lambda\sqrt[2]{\lambda/\mathcal{C}'}$.

OPTIQUE. — *Évolutions des lames très minces d'argent.*

Note (¹) de M. **Marcel Perrot**, présentée par M. Jean Cabannes.

Jagesberger et Schmid (²) ont étudié l'évolution dans le vide et dans l'air des facteurs de transmission des lames d'argent très minces, obtenues par projection cathodique et ont mis en évidence trois phénomènes : un vieillissement spontané dans le vide, une adsorption et une action chimique des gaz lorsque les lames sont placées dans l'air. Mais en raison du vide peu poussé dans lequel se fait la préparation des lames d'argent « cathodiques », il est à craindre que le phénomène de vieillissement dans le vide soit encore accom-

---

(¹) Séance du 28 mai 1947.

(²) *Zeits. für Phys.*, **89**, 1934, p. 557.

pagné d'un phénomène d'adsorption. Une détermination correcte des propriétés optiques ne peut, à mon avis, être effectuée qu'avec des lames d'argent préparées par vaporisation thermique dans un vide poussé et en étudiant ces lames après « vieillissement » dans le vide même de la préparation.

Dans ce but, j'ai mis au point un appareillage ([3]) permettant d'obtenir et de manipuler les lames dans un vide poussé.

Un montage optique permet de suivre, de l'extérieur, les variations des facteurs de réflexion des lames dans le vide. Les lames très minces d'argent ont été déposées sur des supports prismatiques en verre préalablement traités dans un bain d'acide sulfurique concentré et bouillant et rincés à l'eau courante puis distillée.

Les parcelles d'argent très pur sont placées dans un creuset de glucine chauffé par un fil de tungstène de 3/10 de millimètre parcouru par un courant de 5 A. La vaporisation n'est effectuée que lorsque la cloche a été maintenue pendant une heure sous une pression inférieure à 10^{-5} mm de mercure. J'ai pu obtenir ainsi des lames d'argent très propres d'épaisseurs comprises entre 0 et $11^{m\mu}$.

Les épaisseurs de métal sont repérées à la microbalance par la différence de poids, avant et après projection, d'une lamelle de verre très mince placée à côté de la lame support.

Pour étudier les phénomènes immédiatement après la fin de la projection, j'ai été conduit à mesurer le facteur de réflexion R' de la lame côté verre. A cet effet j'ai comparé les flux lumineux réfléchis par le verre métallisé et par le verre nu en utilisant la radiation de longueur d'onde 5461 Å.

Pour une épaisseur d'argent déterminée, le facteur de réflexion R' varie en fonction du temps et sa valeur tend vers une limite R'_l qui est d'autant plus rapidement atteinte que l'épaisseur est plus faible (*fig.* 1). Cette variation, appelée *vieillissement spontané*, serait due au réarrangement cristallin qui se fait à la surface du verre après projection.

Si l'on trace la courbe donnant la variation de R'_l en fonction de l'épaisseur de la lame d'argent, on obtient la figure 2 *a*.

Lorsqu'on fait entrer l'air dans la cloche à projection, le facteur de réflexion prend une valeur R'_a supérieure à R'_l. La courbe *b* de la figure 2 représente les variations de R'_a en fonction de l'épaisseur de la lame d'argent.

Si l'on produit à nouveau un vide poussé dans la cloche, on revient à la valeur limite R'_l, comme l'indiquent les parties pointillées des courbes de la figure 1. Cette réversibilité se reproduit autant de fois qu'on le désire, même après avoir abandonné la lame d'argent dans l'air pendant plusieurs heures. Dans ce dernier cas, les valeurs limites obtenues ne sont pas toujours les mêmes que les valeurs initiales. Ceci provient vraisemblablement d'une action chimique de l'air.

([3]) Perrot, *Communication à la Réunion d'Opticiens* (Paris, octobre 1946).

Il serait évidemment intéressant d'étudier cet effet réversible en fonction de la pression et de la nature des gaz. Les courbes *c* et *d* de la figure 2 représentent les variations des facteurs de réflexion R′ dans le verre sur le métal et R dans

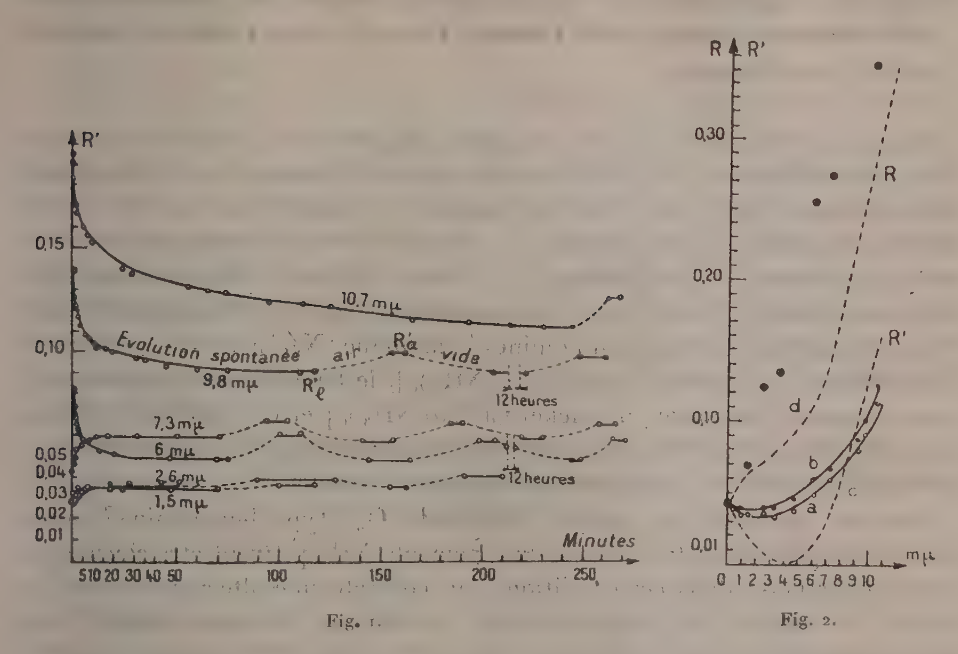


Fig. 1. Fig. 2.

l'air sur le métal des lames *cathodiques* obtenues par P. Rouard avec le même échantillon d'argent ([4]), pour la même longueur d'onde, immédiatement après avoir sorti la lame de la cloche à projection. Le minimum par lequel passe la courbe *c* est presque nul alors qu'il n'en est pas de même pour l'argent *thermique* dont les constantes optiques se rapprochent davantage de celles du métal massif.

Pour compléter cette étude, et à titre d'indication, j'ai déterminé, pour quelques lames d'argent, les facteurs de réflexion R(⊗) dans le vide sur le métal. Alors que, dans le cas le plus favorable, les facteurs de réflexion R′ sont déterminés à moins de 2 à 3 % près, il n'en est pas de même des facteurs de réflexion R, à cause de la méthode utilisée.

Ces faits expliquent vraisemblablement les divergences qui existent entre les résultats obtenus par les différents auteurs qui ont étudié les propriétés optiques des lames très minces d'argent.

([4]) *Ann. de Phys.*, 7, 1937, p. 291.

SPECTROSCOPIE. — *Examen des spectres d'absorption infrarouges de sels complexes, notamment de cobaltiammines. Modes de vibration.* Note de Mme **Raymonde Duval**, MM. **Clément Duval** et **Jean Lecomte**, présentée par M. Jean Cabannes.

Nous avons obtenu à l'aide de l'appareil déjà décrit (1), entre 6 et 15^{μ}, soit entre 1666 et 666 cm^{-1}, les spectres d'absorption infrarouges de 44 complexes hexacoordonnés, pris sous forme de poudres. L'étude porte surtout sur les cobalti-pentammines $X_2[CoY(NH_3)_5]$, dont nous avons donné autrefois une méthode générale de préparation (2). Pour faciliter l'interprétation des fréquences mesurées, nous avons examiné aussi les spectres d'absorption infrarouges de quelques chromi-pentammines homologues $X_2[CrY(NH_3)_5]$, des sels d'hexammine $X_3[Co(NH_3)_6]$ et $X_3[Cr(NH_3)_6]$, le ferricyanure de potassium et les chlorures complexes de nickel $Cl_2[Ni(NH_3)_6]$ et $Cl_2[Ni(H_2O)_6]$. Les modes de préparation, le tableau des fréquences mesurées et le dénombrement des modes de vibration paraissent dans un autre recueil.

Pour les composés de symétrie octaédrale O_h (type hexammine), nous admettrons que, en particulier, les groupements NH_3 peuvent être considérés comme ponctuels; dans ces conditions, on constate une alternance entre les spectres de diffusion et d'absorption et prévoit une vibration simple, une double dégénérée et quatre triplement dégénérées distinctes formant le total de 15 vibrations $(1 + 1 \times 2 + 4 \times 3)$.

Dans le cas des pentammines, la symétrie est C_{4v}; toutes les vibrations sont actives dans la diffusion; trois ne se retrouvent pas dans l'absorption; on prévoit ainsi huit bandes infrarouges distinctes dont quatre correspondent à des vibrations doubles dégénérées. En passant du modèle de l'octaèdre régulier à celui des pentammines, les quatre vibrations triplement dégénérées se transforment chacune en une vibration doublement dégénérée et en une vibration simple; la vibration doublement dégénérée de l'octaèdre donne deux vibrations simples.

On sait que, plus les molécules présentent une symétrie élevée, plus il devient nécessaire de considérer, en parallèle, le spectre de diffusion; malheureusement, pour la presque totalité des complexes étudiés, tous colorés en solution aqueuse, ce spectre est malaisé à obtenir. Les seules études sur lesquelles nous pûmes nous appuyer, sont celles de J. P. Mathieu (3), relatives aux complexes incolores de platine, de rhodium et d'iridium.

---

(1) P. Lambert et J. Lecomte, *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 155.

(2) R. et Cl. Duval, *ibid*, 189, 1929, p. 537, et R. Duval, *Thèse*, Paris, 1932.

(3) *J. Chim. phys.*, 36, 1939, p. 308.

Ceci posé, les spectres que nous avons mesurés présentent trois régions principales d'absorption : A vers 800cm^{-1}, B vers 1200cm^{-1}, C vers 1500cm^{-1}. Lorsqu'on passe d'une cobaltiammine à la chromiammine homologue, on retrouve exactement le même nombre de bandes avec un déplacement dans un sens ou dans l'autre.

En plus de ces trois régions, qui possèdent des fréquences d'absorption relativement fixes, on trouve des bandes qui varient d'un complexe à l'autre. Les bandes fixes appartiennent aux éléments constants du dérivé, c'est-à-dire l'ammoniac et l'ensemble du complexe; les bandes variables se manifestent chaque fois que l'on rencontre l'un des groupements : chlorate, formiate, sulfate, chromate, dithionate, perchlorate, etc. En première approximation, les fréquences propres de ces groupements se montrent les mêmes dans les complexes et dans les sels métalliques simples étudiés précédemment. Toutefois, les halogènes ne se décèlent pas dans nos mesures, car ils sont *transparents* entre 6 et 15μ.

Il se montre indifférent que les groupements précédents se trouvent à l'état dissimulé ou à l'état d'ion libre. Le spectre infrarouge ne permet donc pas de distinguer entre deux métamères d'ionisation.

La région d'absorption désignée plus haut par B est attribuée à la présence d'ammoniac. Elle manque effectivement chez le ferricyanure de potassium et le chlorure de nickel hexahydraté. Les bandes fondamentales de l'ammoniac, au nombre de 4, se placent habituellement de la manière suivante

$$\underset{\nu_1}{3335} \quad \underbrace{933 \quad 956}_{\delta_3} \quad \underset{\nu_{23}}{3415} \quad \underset{\delta_{12}}{1631}\ \text{cm}^{-1}.$$

Notre région d'étude peut donc présenter les bandes correspondant à δ_{12} et à δ_3, mais, ni les spectres des hexammines ni ceux des pentammines ne les reproduisent aux mêmes endroits que dans la molécule d'ammoniac libre. La vibration de déformation correspondante ne peut pas s'effectuer indépendamment, semble-t-il. On pourrait penser que la région A vers 800 cm^{-1} indique une autre vibration de déformation de l'ammoniac; mais, comme on ne la retrouve pas chez des complexes de chrome qui en sont dépourvus, nous pensons qu'il s'agit plutôt d'une vibration d'ensemble du complexe. La solution définitive ne pourrait être donnée qu'en préparant des cobaltiammines avec l'ammoniac lourd ND_3 au lieu de NH_3.

Quant au groupement CN du ferricyanure (et aussi du ferrocyanure), la vibration de valence pour deux atomes triplement liés se plaçant vers 2200 cm^{-1} (région en dehors de notre zone d'étude), si nous admettons que la bande de 1523 cm^{-1} lui est attribuable, il faut supposer l'existence d'une double liaison $C=N$. Les ferricyanures contiendraient donc, dans une certaine proportion, le radical carbylamine.

Cette étude nous a permis aussi de montrer que différents échantillons de chlorure isoxanthocobaltique se comportent comme un mélange de trois complexes : le chlorure de cobalti-chloropentammine, le chlorure et le nitrite de cobalti-nitropentammine, ce qui semble exclure l'existence de l'isomérie de sels dans ce cas particulier ([4]).

La méthode des poudres permet donc d'obtenir, avec une grande facilité, les spectres d'absorption infrarouges des complexes; malheureusement, beaucoup de vibrations propres se placent dans des régions très éloignées du visible, qui n'ont pas pu être atteintes dans ce travail.

SPECTROSCOPIE. — *Spectre continu des décharges condensées dans les gaz à basse pression, pour des densités de courant relativement faibles.* Note de MM. **Jacques Romand** et **Boris Vodar**, présentée par M. Jean Cabannes.

Dans un travail antérieur ([1]), nous avons montré que les spectres continus obtenus par décharge d'un condensateur dans un gaz à basse pression sont indépendants de la pression (2-80 Torr) et de la nature du gaz (air, N_2, H_2, He, Ar, Kr, Xe) dans les conditions où nous avons opéré : capillaire de 1^{mm} de diamètre et 50^{mm} de longueur, densité de courant allant jusqu'à 120000 A/cm^2.

Nous nous sommes proposé de poursuivre cette étude en modifiant le diamètre du capillaire, sa longueur, ainsi que la densité du courant maximum.

Pour obtenir cette dernière, nous faisons une étude électrique préalable de ces décharges en appliquant à une lampe à néon la tension prise aux bornes d'une faible résistance intercalée dans le circuit. On fait varier cette résistance jusqu'au point où la lampe s'allume juste. Des mesures récentes faites à l'oscillographe confirment les ordres de grandeur indiqués par cette méthode, dont nous avons par ailleurs vérifié la fidélité.

En ce qui concerne la photométrie photographique de ces décharges, nous avons pris les précautions nécessaires ([2]).

Nos mesures peuvent se résumer comme suit ;

1° Pour des tubes de $3^{mm},5$ de diamètre et 100^{mm} de longueur (densité de courant de l'ordre de 15000 A/cm^2), le spectre continu est encore intense. On constate une invariance avec la pression si celle-ci n'est pas trop faible (supérieure à 3 Torr). La répartition de l'énergie est la même pour les différents gaz (He, Ar, Kr, Xe, H_2) avec des écarts de $\pm$ 10 %, mais l'intensité absolue du

---

([4]) Cl. Duval et J. Lecomte, *Bull. Soc. Chim.*, **12**, 1945, p. 678.

([1]) H. Muraour, J. Romand et B. Vodar, *Comptes rendus*, **223**, 1946, p. 620.

([2]) J. Romand, *Comptes rendus*, **224**, 1947, p. 35.

rayonnement change un peu avec la nature du gaz. La répartition trouvée est la même que celle obtenue avec des tubes de 1^{mm} et signalée précédemment ([1]).

2° Pour des tubes de 1^{mm} de diamètre et 300^{mm} de longueur, le spectre continu, encore intense dans la région du proche ultraviolet, est limité du côté des courtes longueurs d'onde. L'effet de pression est notable et les différences d'émission entre les gaz, importantes. Les gaz rares (Kr, Xe, Ar) forment un groupe à part donnant un spectre continu 5 à 7 fois plus intense que les gaz ordinaires (N_2, H_2).

3° Nous avons monté en série dans la même lampe deux tubes de 2^{mm} de diamètre, l'un de 10^{mm} de longueur, l'autre de 100^{mm}, observés en bout. Dans les mêmes conditions, on constate pour les faibles densités de courant une différence notable entre les spectres obtenus, le continu le plus intense étant évidemment celui du tube le plus long. Cette différence diminue à mesure que la densité de courant augmente, ce qui montre que la réabsorption devient de en plus en plus importante

4° L'observation des conditions électriques de la décharge nous a montré que le courant était le même, à quelques % près, quelles que soient la pression et la nature du gaz, pour les densités de courant supérieures à 10 000 A/cm² (tubes de 1 et 3^{mm},5). Ceci confirme l'hypothèse que nous avions faite précédemment ([1]) : l'émission du spectre continu étant due aux interactions des ions et des électrons ne doit dépendre que du nombre de ceux-ci, c'est-à-dire des conditions électriques de la décharge, à condition que, ni la pression, ni la densité de courant ne soient trop faibles, ce qui modifierait le mécanisme même de l'émission.

Le fait que les gaz rares, dans les décharges les moins condensées (tubes de 10^{mm} de diamètre), émettent un spectre continu particulièrement intense, est à rapprocher des résultats analogues trouvés par M. Laporte ([3]) dans le cas de décharges encore moins puissantes, et par B. Vogel ([4]) et Mme R. Herman ([5]) dans les décharges non condensées. Dans ce dernier cas l'origine du spectre doit être moléculaire ([5]). Nous pensons donc que nos décharges les moins condensées représentent le stade intermédiaire entre l'émission de freinage et l'émission moléculaire qui y seraient coexistantes.

Un autre cas intéressant de décharge où la densité de courant n'est généralement pas très élevée est l'étincelle ordinaire. On sait que l'étincelle émet toujours un certain fond continu, mais que celui-ci est faible; cela est dû à ce que le canal de la décharge augmente de section quand la densité électrique atteint une certaine limite ([6]). Pour obtenir donc un fond continu intense dans

([3]) *J. Phys.*, 9, 1938, p. 228.
([4]) *Ann. Phys.*, Leipzig, 41, 1942, p. 196.
([5]) *J. Phys.*, 6, 1945, p. 33 S.
([6]) C. Mandelschtam, *Introduction à l'Analyse spectrale*, Moscou, 1946.

le cas d'une étincelle non canalisée par un capillaire, il faut augmenter la pression du gaz qui s'oppose alors à l'élargissement du canal (7). On peut également, dans le même but, réduire l'écartement des électrodes tout en gardant le même potentiel de décharge grâce à un éclateur en série; l'étincelle, à énergie égale, est alors de volume plus faible et l'émission lumineuse présente un fond continu plus intense.

Rappelons également que le freinage électronique intervient certainement dans l'émission lumineuse des fils exposés de J. A. Anderson (8); le mécanisme moléculaire, discuté par M. Vaudet (9), est peu vraisemblable, étant donné les fortes énergies d'excitation mises en jeu.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'échange dans les systèmes binaires et ternaire : periodate-iodate-iode*. Note de MM. **Maurice Cottin** et **Moïse Haïssinsky**, présentée par M. Frédéric Joliot.

De nombreux anions oxygénés inorganiques échangent leur oxygène avec H_2O; d'autres ne le font pas. On ne connaît, d'autre part, qu'un seul couple d'anions oxygénés ayant le même atome central, qui échangent celui-ci en solution aqueuse, et encore cet échange n'a lieu qu'en présence de l'iode agissant comme catalyseur; c'est le cas arséniate/arsénite (1). Or les mesures de Loimaranta (2) ont montré que le potentiel, irréversible, de l'électrode AsO_4^{---}/AsO_3^{---} devient réversible en présence d'iode. Bien que l'échange entre atomes identiques (ou isotopiques) dans un système de deux configurations moléculaires ne semble pas nécessairement lié à la réversibilité du potentiel rédox du système (3), on pouvait se demander si les iodates n'échangent pas leur iode avec les periodates; en effet, d'après les mesures d'Abel et Smetana (4), le potentiel de ce système est réversible tout en s'établissant lentement. Nos expériences donnent une réponse affirmative à cette question.

Nous avons préparé l'iodate de sodium radioactif par oxydation du radioiode (de 23 minutes ou de 8 jours) avec HNO_3 fumant et transformation des cristaux de HIO_3 ainsi obtenus en $NaIO_3$. Environ 300^{mg} de ce produit ont été

(7) W. Finkelnburg, *Z. Physik*, 70, 1931, p. 375.

(8) *Astrophys. J.*, 51, 1920, p. 37.

(9) *Annales de Physique*, 9, 1938, p. 645.

(1) Wilson et Dickinson, *J. amer. chem. Soc.*, 59, 1937, p. 1358.

(2) *Zeit. Elektroch.*, 13, 1907, p. 33.

(3) Le potentiel de l'électrode $Fe(CN)_6^{---}/Fe(CN)_6^{----}$ est réversible; il n'y a cependant pas d'échange de Fe dans ce système (Ruben, Seaborg et Kennedy, *J. appl. Physics*, 12, 1941, p. 308).

(4) *Monats. Chem.*, 60, 1932, p. 81.

ensuite dissous dans 50[cm³] de HNO_3 0,02 N contenant la même quantité de $NaIO_4$ et maintenus à une température constante pendant un temps déterminé. Le periodate a été ensuite séparé par la méthode de E. Kahane (5) : précipitation à l'ébullition par l'acétate de Zn en solution ammoniacale contenant NH_4Cl. L'iodate reste en solution et est précipité ensuite par l'acétate de Ba. Les activités des deux produits, lavés et séchés, sont mesurés à l'aide d'un compteur de Geiger et Müller par la méthode de *couches épaisses* (6). Un échange non négligeable a lieu pendant les opérations de séparation. Il a été déterminé dans une expérience à part (7 %) et soustrait du pourcentage de l'échange trouvé dans chaque essai. Quelques-uns des résultats ainsi corrigés sont donnés ci-après :

T (°C.).	Durée.	% d'échange (7).	
18......	67 heures	35	agitation périodique par un courant d'air
18......	138 »	46	id.
85......	2,5 »	20	agitation mécanique
100......	1 »	14	

On a donc un échange lent qui semble augmenter avec la température.

Cette réaction d'échange est considérablement catalysée par l'iode, comme le montrent les expériences suivantes effectuées en présence de quelques milligrammes d'iode; les solutions étaient agitées et la durée de chaque essai était ici d'une heure :

	20°.	46°,8.	76°,6.	100°.
% d'échange..........	22	30	45	76

D'autres catalyseurs d'oxydo-réduction, tels que le nitrate de cérium et le perrhénate de K n'ont pas d'action sur la vitesse de l'échange ou exercent, peut-être même, un effet inhibiteur :

$Ce(NO_3)_3$..........	18°	66 heures	14 %
$KReO_4$..........	100°	1 »	11 »

La forte action catalytique de l'iode implique l'existence d'un échange dans les systèmes IO_3^-/I_2 et IO_4^-/I_2. Nous l'avons prouvé directement par les expériences suivantes effectuées avec 500[cm³] de HNO_3 0,5 N contenant 50[mg] d'iode et une quantité équivalente de $NaIO_3$ ou $NaIO_4$. Après une durée de 40 heures à la température ordinaire et 35 minutes à l'ébulition (temps nécessaire pour chasser l'iode de la solution), l'échange était pratiquement total dans les deux cas.

---

(5) *Bull. Soc. chim. France* (sous presse).

(6) Haïssinsky et B. Pulmann, *J. de Physique* (sous presse).

(7) 100 % correspondent à un échange total.

L'échange IO_3^-/I_2 a été étudié par divers auteurs qui ont abouti à des conclusions contradictoires ([8]). Nos expériences montrent que, tout moins en solution acide, l'iode échange avec l'iodate.

Nous poursuivons l'étude cinétique de ces réactions afin d'éclaircir le mécanisme de l'échange.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Absorptions comparées de la chloropicrine et du sulfure de carbone par le charbon activé.* Note ([1]) de M. **Clément Courty**, présentée par M. Paul Pascal.

Le phénomène de l'absorption de la chloropicrine et du sulfure de carbone par le charbon activé varie beaucoup quand on passe du premier au second de ces composés, car, presque toujours, le charbon utilisé, même desséché à l'étuve à 110° C. jusqu'à poids constant, garde un résidu d'eau fortement fixée; or, la chloropicrine, ou trichloro-nitro-méthane, déplace cette eau résiduelle, alors que le sulfure de carbone ne la déplace pas.

J'ai essayé de montrer ces modes différents d'absorption au moyen des mesures magnétiques que j'ai déjà utilisées pour l'étude de la pénétration de l'eau dans ces mêmes charbons ([2]).

Le coefficient d'aimantation du sulfure de carbone pur est bien connu, je l'ai déterminé voici dix ans ([3]); il vaut $10^6\chi = -0{,}563$, mais celui de la chloropicrine restait à mesurer.

Mesure du coefficient d'aimantation de la chloropicrine. — Un échantillon pur de densité $D_8^{18} = 1{,}670$ m'a donné $10^6\chi = -0{,}397$ à 0,5 % près, soit pour le coefficient moléculaire, $10^6\chi_M = -65{,}29$.

L'addivité à partir des éléments donnerait $-75{,}38$; il y a donc un écart ($10^6\chi_M$ calculé $- 10^6\chi_M$ mesuré $= 10{,}99$) du même ordre que celui qui existe entre les valeurs calculée et mesurée pour les mêmes constantes du chloroforme, soit par P. Pascal ([4]), 10,95, soit par moi-même ([5]), 11,18, mais légèrement inférieur.

Il est probable, pour ces raisons, que les constitutions de CCl_3NO_2 et CCl_3H sont les mêmes, mais NO_2 contre-balance la dépréciation du diamagnétisme

([8]) Hull, Shifflett et Lind, *J. amer. chem. Sec.*, 58, 1936, p. 535; Libby, *ibid.*, 62, 1940, p. 1930; Ruben, Seaborg et Kennedy, *loc. cit.*; Polessitsky, *C. R. Acad. Sc., U. R. S. S.*, 24, 1939, p. 560.

([1]) Séance du 2 juin 1947.

([2]) *Comptes rendus*, 222, 1946, pp. 880 et 1385.

([3]) *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 1248.

([4]) *Comptes rendus*, 152, 1911, pp. 862 et 1010.

([5]) C. Courty, *Thèse sciences*, Paris, 1935.

accusée par les trois atomes de chlore dans le chloroforme, et c'est pour cela que l'écart ci-dessus est plus petit.

La comparaison avec le tétrachlorure de carbone aurait moins de sens, car, pour ce composé, les quatre atomes de chlore apportent une telle dépréciation au diamagnétisme que l'écart entre le coefficient moléculaire calculé et le coefficient mesuré est de l'ordre de 20.10^{-6}.

Application à l'absorption. — Les expériences ont porté sur huit échantillons de charbons de même origine, qui, à la température ordinaire, fixaient en moyenne $0^g,48$ d'eau, $0^g,60$ de chloropicrine, $0^g,73$ de sulfure de carbone.

Les mesures ont montré que l'eau se fixait en déplaçant toujours de l'air, que la chloropicrine se fixait en absorbant de l'air, le sulfure de carbone se comportant comme l'eau.

Cette absorption d'air pendant la fixation de la chloropicrine n'est qu'apparente. En fait la chloropicrine, de coefficient $-0,397.10^{-6}$, déplace l'eau, de coefficient $-0,72.10^{-6}$, et cette diminution du diamagnétisme ne doit pas être attribuée à une absorption d'air paramagnétique, mais à un déplacement d'eau par la chloropicrine.

Voici, du reste, d'après les mesures magnétiques combinées aux pesées, les masses apparentes Δm, puis réelles μ, de liquides absorbés par gramme de charbon, et les masses d'air μ_0 supposées déplacées par le liquide absorbé; μ_0 négatif correspond à une absorption apparente d'air. Toutes les masses sont en grammes. Les absorptions ont été faites en atmosphère saturée en absorbé, sauf dans le cas de l'eau, où nous avons opéré au degré hygrométrique 90.

Nos des charbons.	Absorption d'eau.			Absorption de chloropicrine.			Nos des charbons.	Absorption de sulfure de carbone.		
	$10^4\Delta m$.	$10^4\mu$.	$10^4\mu_0$.	$10^4\Delta m$.	$10^4\mu$.	$10^4\mu_0$.		$10^4\Delta m$.	$10^4\mu$.	$10^4\mu_0$.
1....	4752	4828	76	6531	6519	— 12	5....	7320	7407	— 87
2....	4877	4947	70	6473	6353	— 120	6....	7078	7078	0
3....	4733	4767	34	5467	5538	71	7....	7735	7221	— 14
4....	4696	4944	248	6207	5783	— 624	8....	7060	7151	91

Il n'a pas été possible, et c'est grand dommage, de faire toutes ces mesures sur un même échantillon de charbon, ce qui les aurait rendues encore plus comparables. S'il est relativement facile de dessécher un charbon activé, il est plus ardu de lui enlever la chloropicrine qu'il a fixée, et rien ne prouve, du reste, que cela étant réalisé, le charbon retrouverait après départ du trichloronitrométhane ses propriétés initiales, alors que le départ d'eau laisse au charbon ses propriétés premières. C'est pourquoi les absorptions d'eau et de chloropicrine ont été faites sur un même charbon, en terminant par CCl_3NO_2, alors que pour le sulfure de carbone il a fallu utiliser d'autres échantillons, heureusement du même lot.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les nickelocyanures de glucinium, zinc, cadmium, gallium, thallium et néodyme.* Note [1] de MM. **T. Karantassis** et **P. Sakellarides.**

Les nickelocyanures préparés par nous répondent à la formule $[Ni(CN)_4]Me$ avec 1, 2, 5 molécules d'eau, pour le Gl, Zn et Cd, à la formule $[Ni(CN)_4]_3Me_2$ avec 6 et 7 molécules d'eau, pour le Ga et le Nd, et à la formule $[Ni(CN)_4]Tl_2$ pour le thallium.

Nickelocyanure de glucinium. — En mélangeant les solutions aqueuses de $[Ni(CN_4)]K_2$ et de Cl_2Gl, on obtient, au bout d'un certain temps, un précipité gris, qui, exposé à l'air, devient violacé; ce précipité est peu soluble dans l'eau.

A l'analyse ce sel correspond à la formule $[Ni(CN)_4]Gl.2OH_2$.

%.	Trouvé.	Calculé.
Gl	5,07	5,20
Ni	34,01	34,17
OH_2	16,07	16,05

La conductibilité de sa solution aqueuse saturée à 20° est égale à $75,6.10^{-6}\Omega^{-1}cm^{-1}$.

Nickelocyanure de zinc. — En opérant de la même manière avec Cl_2Zn, nous avons obtenu un précipité cristallin blanc, légèrement rosé, peu soluble dans l'eau.

A l'analyse, ce sel correspond à la formule $[Ni(CN)_4]Zn.OH_2$.

%.	Trouvé.	Calculé.
Zn	28,27	28,69
Ni	25,60	25,74
OH_2	6,42	6,93

Nickelocyanure de cadmium. — Avec des solutions aqueuses de SO_4Cd et de $[Ni(Cn)_4]K_2$, on obtient un précipité cristallin blanc, légèrement rosé, peu soluble dans l'eau.

A l'analyse, ce sel correspond à la formule $[Ni(CN)_4Cd.5OH_2$.

%.	Trouvé.	Calculé.
Cd	40,32	40,86
Ni	21,22	21,30
OH_2	23,59	23,61

Nickelocyanure de gallium. — En faisant agir une solution de $(SO_4)_3Ga_2$ sur une solution de $[Ni(CN)_4]K_2$, on obtient un précipité gris bleuâtre peu soluble dans l'eau.

A l'analyse ce sel correspond à la formule

$$[Ni(CN)_4]_3Ga_2.6OH_2.$$

[1] Séance du 12 mai 1947.

%	Trouvé.	Calculé.
Ga	21,58	22,22
Ni	27,68	28,05
OH_2	14,58	14,68

Nickelocyanure de thallium. — Avec des solutions aqueuses de CO_3Tl_2 et de $[Ni(CN)_4]K_2$, on obtient un précipité cristallin orangé, soluble dans l'eau.

Suivant le pH de la solution, on obtient deux formes de cristaux, une forme en aiguilles orangées, et une autre tabulaire, comme on voit dans les microphotographies.



Fig. 1. Cristaux prismatiques (1×70). — Fig. 2. Cristaux tabulaires (1×70).

A l'analyse les deux formes répondent à la formule $[Ni(CN)_4]Tl_2$.

%.	Trouvé.	Calculé.
Tl	71,23	71,53
Ni	10,15	10,26

Les solutions aqueuses de $[Ni(CN)_4]Tl_2$ donnent toutes les réactions caractéristiques de thallium (Tl^{+}).

Pour la forme en aiguilles, la conductibilité de sa solution aqueuse saturée à 20° est égale à $2,94 \cdot 10^{-2}\,\Omega^{-1}\,cm^{-1}$ et le pH égal à 9,8.

Pour la forme tabulaire, la conductibilité de sa solution aqueuse, saturée à 20°, est égale à $6,7 \cdot 10^{-2}\,\Omega^{-1}\,cm^{-1}$, le pH égal à 8,4.

Les deux formes sont du système triclinique.

Nickelocyanure de néodyme. — En opérant de la même manière avec une solution de $(SO_4)_3Nd_2$, on obtient un précipité cristallin violet peu soluble dans l'eau.

A l'analyse, ce sel répond à la formule $[Ni(CN)_4]_3Nd_2\,7\,OH_2$.

%.	Trouvé.	Calculé.
Nd	37,11	37,15
Ni	22,13	22,30
OH_2	20,63	20,87

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la réduction de l'oxyde titanique par le calcium et par le magnésium.* Note (1) de MM. **André Chrétien** et **Robert Wyss**, présentée par M. Paul Lebeau.

La réduction est suivie indirectement par l'augmentation de poids du produit obtenu dans des conditions données — température notamment — en le chauffant après réduction dans un courant d'oxygène à 900°. Entre temps le métal réducteur restant libre et son oxyde formé ont été éliminés par épuisement à l'acide acétique. L'augmentation de poids ainsi obtenue est égale à la perte d'oxygène pendant le stade réduction. La courbe oxygène perdu-température traduit la marche de la réduction et fixe la nature de son produit. Cette méthode des plus simples et facilement réalisable est cependant sûre.

On utilise des mélanges d'oxyde titanique et de métal divisé moulés en pastilles par compression à 5 t/cm² (calcium en fines râpures et magnésium en poudre). Le domaine de température exploré est limité à 1200° et la durée de chauffe à 2 heures. L'oxyde titanique est le produit de précipitation par l'ammoniaque dilué du tétrachlorure Cl_4Ti soigneusement purifié. La réduction est faite dans le vide.

Voici nos conclusions :

1° Les deux métaux se différencient par le terme de la réduction et par la nature de ses produits. Avec le calcium, la réduction va jusqu'au titane sans manifester de produit intermédiaire. Avec le magnésium, la réduction se limite à l'oxyde de titane II, TiO, après passage par l'oxyde Ti^3O^4. Ces résultats sont recoupés par l'analyse aux rayons X.

2° Les phénomènes restent inchangés, que l'on opère par élévation brutale de la température ou par chauffe progressive (100° par heure) avec le calcium. Par contre, le produit de réduction contient du titanate 1/1 : TiO^2MgO, en petite quantité si le mélange d'oxyde titanique et de magnésium est chauffé brutalement. Ce titanate apparaît en paillettes claires sur la masse foncée; il est séparable par tamisage.

3° L'oxyde TiO, qui est marron foncé, fixe l'oxygène à partir de 150° pour aboutir à l'oxyde TiO^2 dès 350°. Consécutivement le produit devient violet foncé de (150° à 250°), bleu foncé (de 250° à 350°), puis blanc (à partir de 350°).

Les colorations intermédiaires correspondent à deux étapes que l'on peut isoler : Ti^2O^3 et Ti^3O^5.

4° La courbe de réduction par le magnésium (*fig.* 1) est reproductible en variant les conditions expérimentales. L'oxyde intermédiaire Ti^3O^4 qui apparaît n'est marqué que par un court palier de poids : une centaine de degrés au plus avec les vitesses de chauffe utilisées.

La courbe de réduction par le calcium (*fig.* 2) présente vers la fin une perte de poids ralentie d'un caractère bien différent à celui du palier obtenu avec le

(1) Séance du 28 mai 1947.

magnésium. Ici, température et position du phénomène ne restent pas fixes quand les conditions expérimentales varient (vitesse de chauffe et composition initiale du mélange notamment). De plus, après lavage du produit de réduction

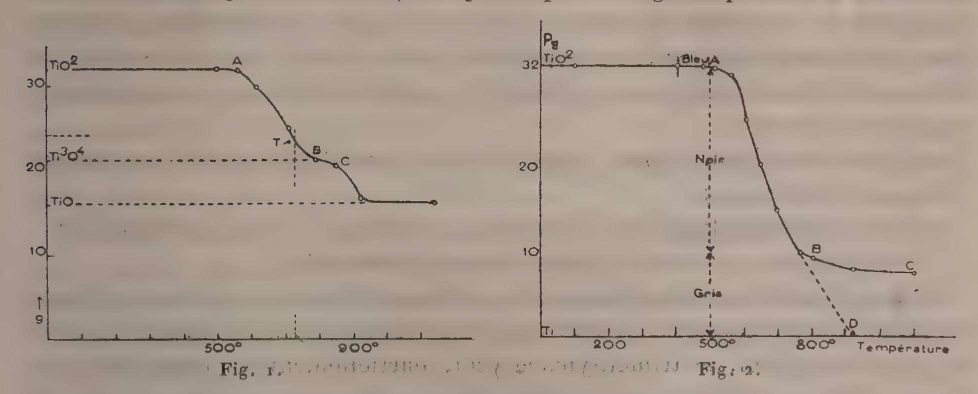


Fig. 1. Fig. 2.

à l'acide acétique, une nouvelle addition de calcium continue la réduction qui aboutit au titane; le point correspondant (D) est situé sur la courbe de première réduction.

Aucune limite définie de réduction n'est donc donnée par le calcium, le palier BC n'étant pas réel. Le phénomène est dû à un enrobage du calcium par la chaux formée.

Au total, l'intervalle de température dans lequel s'observe la réduction de l'oxyde TiO_2 est sensiblement le même pour le calcium et le magnésium. Mais la réduction commence nettement plus bas avec le calcium : 500° au lieu de 575°, et elle s'avance jusqu'au titane au lieu que de se limiter au départ de la moitié de l'oxygène, comme oxyde TiO. Le magnésium est donc un réducteur de l'oxyde TiO_2 plus doux que le calcium. Il est plus actif que l'hydrogène pour lequel nous confirmons comme terme de réduction l'oxyde Ti_3O_5 [2] (rapport atomique O/Ti = 1,67, au lieu de 1,30 pour Ti_2O_3, 1,33 pour Ti_3O_4 et 1 pour TiO).

Les deux chemins inverses : réduction de l'oxyde TiO_2 et oxydation du produit réduit, donnent des étapes différentes : Ti_3O_4, ou Ti_2O_3 et Ti_3O_5, respectivement.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la différence de comportement des carbures aromatiques et hydroaromatiques dans l'entraînement des polyols.* Note [1] de Mme **Gabrielle Métayer**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Nous avons précédemment [2] exposé le principe d'une nouvelle méthode de

---

[2] M. Billy, *Ann. Chim. Phys.*, 9, 1921, p. 16.

[1] Séance du 2 juin 1947.

[2] L. Palfray, S. Sabetay et Mlle Gabrielle Libmann, *Comptes rendus*, 223, 1946, pp. 247-249.

séparation et de dosage des polyols, soit seuls, soit faisant partie de mélanges plus ou moins complexes, au moyen d'entraîneurs sélectifs.

Par un perfectionnement de notre appareillage : emploi de rodages évitant les pertes et les causes d'incendie et de colonnes interchangeables permettant une séparation plus sélective des polyols à points d'ébullition voisins, ainsi que d'un tube latéral gradué au vingtième de centimètre cube, nous avons réussi à séparer et à doser :

a. L'éthylèneglycol, le propylèneglycol et le triméthylèneglycol par entraînement au cyclohexane;

b. Le diéthylèneglycol et le glycérol par entraînement à la térébenthine;

c. Les hexols et les sucres s'obtiennent par différence.

Depuis, nous avons expérimenté le méthylcyclohexane; celui-ci s'est avéré meilleur entraîneur que le cyclohexane. Il entraîne quantitativement le glycol, le propylèneglycol, le triméthylèneglycol, partiellement le diéthylèneglycol et, à la longue, de faibles quantités de glycérol. Il peut ainsi trouver une application dans la séparation des traces de triméthylèneglycol contenues dans les glycérines à dynamite.

Le diméthylèneglycol entraîne tous les polyols cités.

Nous avons pu constater une variation intéressante des propriétés de tous ces carbures au point de vue de l'entraînement des polyols, ainsi dans les deux séries suivantes :

a. le cyclohexane est meilleur entraîneur que le benzène;

b. le méthylcyclohexane est meilleur entraîneur que le toluène;

c. le diméthylcyclohexane est meilleur entraîneur que le xylène.

D'autre part, dans chaque série, le carbure à plus haut point d'ébullition se révèle évidemment meilleur entraîneur que celui à point d'ébullition inférieur, mais, en comparant les deux séries on a pu constater que le cyclohexane (É 80°,5) est meilleur entraîneur que le xylène (É 140°) par exemple.

Ainsi, la propriété d'être ou de ne pas être entraîneur de polyols et peut-être d'autres corps, ne dépend pas seulement du point d'ébullition de la substance, mais surtout de la structure chimique de la molécule. Il est remarquable de constater ici la propriété qu'acquièrent les carbures aromatiques lorsqu'on les hydrogène. Il ne semble pas, à notre avis, qu'une telle remarque ait été déjà faite.

C'est en application de ces faits que nous avons étudié le comportement de la tétraline et de son homologue hydrogéné : la décaline. Le décahydronaphtalène s'est avéré bien supérieur au tétrahydronaphtalène. Si ces deux carbures entraînent tous les polyols déjà cités, la décaline le fait cinq à six fois plus rapidement.

Grâce à la décaline, que nous avons remarqué être meilleur entraîneur que l'essence de térébenthine [2], nous avons pu réaliser le dosage de l'eau et du glycérol par notre méthode, avec des résultats dont la précision est de l'ordre de 1 %.

On procède comme avec la térébenthine. On porte à l'ébullition 2 à 5g du produit à analyser dans l'appareil de *Dean et Stark* avec 80 à 100$^{cm^3}$ de décaline. L'eau et le glycérol sont entraînés intégralement, ils s'accumulent au bas du tube latéral; on lit le volume, puis on recueille le mélange dont on prend l'indice de réfraction. En consultant la table d'indices et densités d'un mélange hydroglycérolé, en fonction de la teneur en glycérol, on obtient les quantités respectives d'eau et de glycérol.

De même, nous avons obtenu des résultats satisfaisants dans le dosage de l'eau et du diéthylèneglycol.

De très bons résultats ont été obtenus avec des excipients contenant de l'eau, de la stéarine partiellement saponifiée et 4,1, 4,45 et 21,6 % de glycérol, de même qu'avec des mélanges renfermant 34,4 et 37 % de diéthylèneglycol.

Nous avons pu aussi séparer des sucres et doser des mélanges renfermant jusqu'à 5 polyols; les sucres restent dans le ballon.

Ainsi, le procédé de dosage que nous préconisons est précis, rapide et sélectif. Quant à la constatation que nous avons faite sur la structure des carbures et sur leur propriété d'entraîner plus ou moins facilement les polyols, nous espérons pouvoir l'étendre à d'autres groupes de carbures aromatiques et cyclaniques. Une application intéressante serait la séparation du triméthylèneglycol de l'éthylèneglycol au moyen d'un entraîneur approprié.

En résumé, nous avons trouvé une nouvelle relation entre la structure chimique de divers carbures et leur comportement à l'égard des polyols étudiés. Nous en avons fait une application au dosage de ces polyols par une méthode simple et rapide.

GÉOLOGIE. — *Le Quaternaire des environs de Rabat et l'âge de l'Homme de Rabat.* Note de MM. **Georges Choubert** et **Jean Marçais**, présentée par M. Charles Jacob.

H. Vallois a souligné ([1]) l'intérêt anthropologique de restes néanderthaloïdes signalés par l'un d'entre nous en 1933 ([2]). Le gisement a été depuis étudié par R. Neuville et A. Ruhlmann ([3]), et, récapitulant récemment ses études sur le Quaternaire marocain, J. Bourcart ([4]) a en particulier exposé ses conceptions sur la stratigraphie des environs de Rabat. Nous nous bornerons aujourd'hui à communiquer le résultat de nos observations sur la côte depuis les carrières de Khebibat au Sud-Ouest jusqu'à la colline de Chellah.

Sur le littoral on reconnaît de bas en haut :

---

(1) *Comptes rendus*, 221, 1945, p. 669.
(2) J. Marçais, *L'Anthropologie*, 44, 1934, p. 579.
(3) *Bull. Soc. Anthropologie*, Paris, série IX, 3, 1942, p. 74.
(4) *Revue Scientifique*, n° 3224, 1943, pp. 311-336.

I. Les grès inférieurs, formation à Littorines, paraissant ici uniquement marins et débutant par un conglomérat de base presque toujours au-dessous du niveau actuel des basses mers.

II. Ravinant une surface fossile à lapiaz établie sur la formation précédente, les grès dits de *la Grande Dune* (8 à 10^m d'épaisseur), comportent à leur base un niveau de poudingue à petits éléments et de lumachelles contenant déjà des Pourpres de petite taille. C'est le niveau qui a fourni, au milieu de la dune, le crâne de l'Homme de Rabat avec une faune assez abondante à Éléphant antique.

III. Un niveau constant de limons ou grès, rouges, fins (sol ancien, *Marnes de Temara* de J. Bourcart) couvrant la surface érodée de la formation précédente. Nous avons retrouvé cette formation avec une vaste extension longitudinale de Temara à la frontière espagnole au Nord. Au-dessus se développent les grès de la *Petite Dune* (2 à 3^m) à *Helix*. Aussi bien ce niveau rouge que les grès de la petite dune peuvent être recouverts par la croûte dite acheuléenne. En face de l'hôpital Marie-Feuillet, à 18^m d'altitude, une *lumachelle s'insère à la base des grès de la petite dune sur ces limons roses durcis encroûtés.*

IV. Les limons rouges superficiels, jamais encroûtés, répandus dans toute la zone côtière avec une industrie du Micoquien ([5]) ou levalloiso-moustiérienne. Ils moulent et masquent la topographie antérieure remplissant les anciens vallons côtiers (Khebibat). En contrebas de la rue du Commandant-Bourguignon, les limons rouges supérieurs à ossements, localement durcis, comportent à leur base une lumachelle à *Purpurea hemastoma* de grande taille. Ils remplissent là les lapiaz de la surface de la Grande Dune et recouvrent les grès roses (III) encroûtés qui la surmontent.

Vers les Oudaïas, les Grès inférieurs et la base de la Grande Dune plongent sous le niveau de la mer, pour réapparaître dans la rampe du port et sur la route de Salé. Les complexes I, II et III y comportent chacun un puissant conglomérat (plusieurs mètres) représentant des dépôts deltaïques du Bou Regreg ancien. Le conglomérat de base de la Grande Dune est particulièrement remarquable. Celui de la série inférieure repose sur les argiles néogènes claires, parfois remaniées sur deux ou trois mètres. En amont, la séparation des trois premiers niveaux est moins aisée, les complexes successifs se ravinant et même se supprimant complètement les uns les autres. Chaque complexe de la falaise du Bou Regreg peut se terminer par des argiles jaunes ou des limons rouges. Comme sur la côte, les limons rouges supérieurs avec des cailloutis de base remplissent une ancienne topographie fossilisée par la croûte avec une quarantaine de mètres de cailloutis rubéfiés (ancien vallon de Chellah).

Il est encore difficile de préciser l'extension de ces dépôts vers l'intérieur. Ceux de la Grande Dune paraissent quitter le haut de la falaise pour former à

([5]) R. Neuville et A. Ruhlmann, *Coll. Hesperis*, Mém. n° VIII, 1941.

l'amont un replat de 60m. Les restes de cette terrasse de 55-60m sont bien connus dans la vallée du Bou Regreg. Les restes de la terrasse de 25-35m sont par contre mal conservés dans le bas Bou Regreg. Enfin la terrasse rouge (12-15m), qu'on retrouve déjà près de Robinson, est très développée sur la route de Douar Arrib (6).

En gardant aux dénominations des différents cycles la valeur que leur attribuent Neuville et Ruhlman et plus récemment Breuil et Sbyzewski (7), ces observations permettent d'attribuer les grès inférieurs au cycle sicilien; la Grande Dune au cycle milazzien (terrasses + 55-60), la Petite Dune et la croûte calcaire au Tyrrhénien (+ 25 à + 30); les limons rouges au Grimaldien (= ancien Monastirien-Normanien = + 12-15). La plaine alluviale du Bou Regreg (+ 3 à + 5) correspondrait donc à la transgression flandrienne. Le parallélisme admis ici, entre la classification générale du Quaternaire et celle des formations locales, n'a évidemment qu'une valeur toute relative. Les différentes altitudes ne sont données en particulier qu'à titre d'indication des maxima reconnus. Sur la côte même, c'est la superposition des dépôts de chaque cycle que nous avons observée.

Ces observations conduisent à attribuer à l'Homme de Rabat, comme l'a noté l'un d'entre nous (8), un âge plus ancien (antétyrrhénien) qu'on ne l'a fait jusqu'ici (3). Cette position stratigraphique envisagée, mais repoussée par J. Bourcart (4), nous paraît très vraisemblable et en accord avec les caractères anatomiques très primitifs des restes recueillis.

GÉOLOGIE. — *Découverte d'un affleurement de Lutétien inférieur à Anglet (Basses-Pyrénées).* Note de MM. **Jean Cuvillier** et **Jacques Dupouy-Camet**, présentée par M. Charles Jacob.

La Feuille de Bayonne au 80000e de la carte géologique de France (dernière édition en 1935) indique, sur le territoire de la commune d'Anglet, à 3km,6 au sud-ouest de Bayonne, un affleurement elliptique d'ophite dont le grand axe orienté N-S a 1km,2 de long et le petit axe, 0km,6 environ. Ce massif, fort bien décrit par J. Seunes (1), qui y avait en particulier signalé les argiles bariolées du Trias avec bancs de gypse *anciennement exploité aux environs de la maison Labordette*, est coupé sur son bord sud par la voie ferrée de Bayonne à Hendaye. Cette coupure, qui correspond à la vallée du ruisseau de l'Arritzaque et qui se poursuit par l'étang de Brindos, le lac de Mouriscot et la plage de Mou-

(6) P. Russo, *Ann. Géogr.*, LIII-LIV, 1945, p. 112.
(7) H. Breuil, M. Vaultier et G. Sbyzewski, *Bull. Soc. Préhist. Fr.*, 39, 1942, p. 93.
(8) G. Choubert, *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 5e série, 15, 1945, fasc. 9, p. 749.

(1) *Recherches géologiques sur les terrains secondaires et l'Éocène inférieur de la région sous-pyrénéenne du Sud-Ouest de la France.* Thèse, Paris, 1890.

ligna au sud de Biarritz, nous montre, ainsi que dans le chemin dit *du moulin*, parallèle à la voie ferrée, de gros blocs d'ophite, plus ou moins altérée, enrobés dans une terre de décomposition, argilosableuse rougeâtre. Sur le flanc sud de cette intrusion triasique, une vaste zone d'Albien s'étend jusqu'aux massifs triasiques de Bassussarry (lequel relève en outre sur son flanc nord un copeau de Maëstrichtien) et de Villefranque, sur la rive droite de la Nive. Deux petits affleurements marqués sur la carte géologique au sud de Laduch et au nord de Camin ne donnent qu'une idée imparfaite de l'étendue de ce copeau qui affleure en outre largement dans les fossés des routes de Bayonne à Cambo et de Bayonne à Arcangues.

Sur le flanc ouest de cet accident ophitique, à 100^{m} au nord de la voie ferrée et à 500^{m} à l'est de *petit Cazenave*, une marnière, ouverte depuis 1928 environ dans une marne argileuse gris bleu à microfaune, est séparée de l'ophite par des argiles bariolées triasiques marron chocolat, blanc, gris noir, très pyriteuses à rognons d'ophite et bancs de gypse et d'anhydrite. Cet affleurement, dit *marnière de Brindos* ou *de la Négresse*, exploité pour la fabrication des tuiles, montre 5 à 6^{m} de marne bleue surmontée d'argile lacustre, jaune, azoïque, du Mio-Pliocène continental, lui-même couronné par les argiles à galets et les cailloutis pyrénéens des terrasses fluviatiles. Aucun pendage ne put être mesuré dans cette marne compacte, formant vraisemblablement un copeau redressé sur le flanc occidental du massif ophitique par la montée diapire du Trias. Aucun macrofossile n'y fut récolté. Les résidus de lavage, par contre, se montrent formés de débris marneux compacts, de spicules, d'Ostracodes et d'une microfaune extrêmement variée et abondante.

Les espèces suivantes, parmi les Foraminifères les plus fréquents, ont été déterminées avec la collaboration de V. Szakall : *Textularia mexicana* Cush., *T. aragonensis* Nutt., *T. stricta* Cush., *Dorothia bulleta* Cars., *Gaudryina colei* Nutt., *Verneuilina villarensis* Cush., *Saracenaria italia* Defr., *Marginulina fragaria* Gümb., *M. senni* Reuss., *Robulus rotulatus* Lmk., *Ramulina* sp., *Dentalina* sp., *Pulvinulinella culter* Park. and Jones, *Gyroidina florealis* White, *Valvulineria jacksonensis* Cush., *Gyroidina depressa* Alth., *Globigerina eocenica* Gümb., *G. triloculinoïdes* Plum., *Globorotalia aragonensis* Nutt., *G. velascoensis* Cush., *G. wilcoxensis* Cush., *Cibicides cushmani* Nutt., *C. pseudowuellerstorffi* Cush., *C. spiropunctatus* G. and M., *Anomalina grosserugosa* Gümb. Cette microfaune, par comparaison avec celle de nombreux affleurements du Bas-Adour et de la Chalosse, nous permet d'attribuer les séries qui la renferment à l'Ypréso-Lutétien, l'abondance des Lagénidés, la fréquence de *Globorotalia velascoensis*, la rareté relative de *G. aragonensis* et des Globigérines nous amenant plutôt à les rapprocher du Lutétien inférieur.

La signification paléontologique de cet affleurement est grande. L'Éocène et le Lutétien inférieurs étaient inconnus à l'ouest de l'anticlinal dit de Biarrotte et de la région d'Urcuit, 15^{km} à l'est de Bayonne. Le Danien de la pointe Sainte-

Anne se perd en mer à Hendaye; le Danien de la plage de Peyreblanque à Biarritz est recouvert par le Lutétien supérieur transgressif; celui de l'étang de Mouriscot vient buter par faille contre une injection triasique. La transgression du Lutétien supérieur recouvre au sud de Bayonne le Maëstrichtien ou le Flysch Crétacé supérieur. Au-dessus du Danien de Bidart, toutefois, à l'ouest de Sacchino, quelques mètres de marne blanche à rares *Globigerina bulloides* et *Globorotalia aragonensis* correspondent à l'Éocène inférieur. Par contre, en Espagne, les falaises dominant l'estuaire de la Bidassoa (Cap du Figuier) font affleurer largement l'Éocène inférieur et le Lutétien ([2]). La marne du Lutétien inférieur découverte à Anglet, grâce au diapirisme, forme, avec l'affleurement de Bidart, un jalon de cette reconstitution paléogéographique, la mer à l'Éocène et au Lutétien inférieurs s'étendant sur tout le front nord pyrénéen en Aquitaine occidentale et jusqu'au delà de Saint-Sébastien, dessinant dans la région atlantique une courbe correspondant peut-être à l'avancée du massif cristallin du Labourd.

GÉOLOGIE. — *Contribution à l'étude du Massif du Guergour* (*Algérie*). Note de M. **Léon Calembert**, présentée par M. Charles Jacob.

Au moment où les recherches relatives aux sédiments marins de la nature actuelle s'intensifient, il devient intéressant de signaler aux fins de confrontation, des faits d'observation révélant des caractères particuliers de dépôts anciens.

Le massif du Guergour, dans le département de Constantine, montre de curieuses dispositions des masses calcaro-dolomitiques d'âge Cénomano-turonien des Djebel Tafat, Kef Semmah et Djebel Anini.

Des *variations de faciès*, aussi brutales que celles observées dans certains récifs ou dans des bioherms récemment décrits, conduisent à une allure lenticulaire fort nette des formations calcaro-dolomitiques qui constituent l'armature de ces montagnes. Il convient de souligner particulièrement l'aspect *en cuvette* du contact entre les couches massives du Cénomanien et les couches marno-calcaires appartenant soit à la base du Cénomanien, soit au Vraconnien; il a lieu suivant une surface irrégulière, arrondie en festons qui tient à l'accroissement progressif du faciès calcaire aux dépens du faciès marneux, non seulement d'un banc au suivant, mais au sein d'un banc déterminé. Le contact supérieur n'est observable qu'à l'extrémité méridionale (El Hadra) où l' « envasement » se traduit également par un passage rapide, mais plus progressif cependant, d'un faciès à l'autre.

([2]) J. de Lapparent, *Les calcaires à Globigérines du Crétacé supérieur et des couches de passages à l'Éocène dans les Pyrénées occidentales* (*B. S. G. F.*, 24, 1924, pp. 615-641).

Les *variations de puissance* des masses calcaro-dolomitiques apparaissent aussi comme les conséquences directes des conditions de la sédimentation. De même que le caractère massif des formations diminue de l'axe vers les bords dans la chaîne montagneuse prise dans son ensemble, et dans chaque chaînon considéré séparément, les épaisseurs s'amenuisent considérablement au pourtour des massifs.

Les causes réelles des dispositifs observés restent énigmatiques et l'on peut seulement supposer qu'elles correspondent aux caractères spéciaux de la topographie sous-marine dans les régions de hauts-fonds affectés de subsidence.

Le rôle de la tectonique contemporaine de la sédimentation devrait être précisé par des recherches plus vastes. La notion d'une ride s'affaissant plus rapidement que les sillons qui l'encadrent, bien qu'elle s'impose à l'observateur, ne satisfait pas pleinement l'esprit. Depuis les recherches de P. Deleau (1), je ne sache pas qu'elle ait fait l'objet de récents développements.

Ces phénomènes méritent d'autant plus d'intérêt qu'ils dirigent toute l'évolution géologique des régions où ils se présentent.

Le style des déformations du Guergour se trouve sous la dépendance immédiate de la répartition des faciès et des puissances, et la prépondérance des plis et accidents de bordure comme leur accentuation vers le Sud s'explique sans difficulté sur cette base.

Le flanc oriental du Djebel Tafat permet de relever, sur une distance un peu supérieure à un kilomètre, la transformation d'un pli marginal droit à relativement grand rayon de courbure en un pli déjeté, puis déversé, puis cassé en pli-faille.

D'autre part, les accidents tranverses du type des failles qui encadrent le petit horst du Teniet el Kroub se superposent à des zones de transition entre faciès de résistances mécaniques différentes.

La minéralisation B.G.P. du massif du Guergour s'est mise en place grâce aux failles en boutonnière qui limitent les masses calcaro-dolomitiques, et les gîtes métallifères se concentrent en relation avec les accidents secondaires transversaux ou longitudinaux (filons) et avec la disposition en cuvettes (amas calaminaires).

Morphologiquement, le massif offre des exemples typiques de *montagnes structurales à peine évoluées*.

La continuité remarquable de l'évolution géologique, déjà soulignée par J. Savornin (*Bull. Service Carte Géologique Algérie*, 2e série, n° 7, 1920), s'affirme davantage quand on considère à la lumière des remarques précédentes,

---

(1) *Étude géologique des régions de Jemmapes, Hammam, Meskoutine et du Col des Oliviers* (*Bull. Service Carte Géologique Algérie*, 2e série, 14, Alger, 1938, p. 583, 33 fig., 1 atlas : 43 fig.).

les manifestations échelonnées dans le temps depuis la déformation du bassin de sédimentation jusqu'à l'aspect géographique actuel.

L'ensemble des faits observés et des interprétations qu'ils suggèrent conduirait à raccorder la région au sillon sud-tellien (zone IV) de L. Glangeaud (*Actes Société Linnénne Bordeaux*, 85, 1933) plutôt qu'au géanticlinal du Chélif (zone III du même auteur).

Un exposé plus détaillé des phénomènes considérés sera publié prochainement ([2]). Dès à présent, la parenté du Guergour avec d'autres régions étudiées par l'auteur de cette Note ne fait aucun doute ([3]).

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Activité diastasique des inflorescences de* Ginkgo biloba *L. au cours du développement*. Note ([1]) de Mme **Cécile Sosa-Bourdouil**, présentée par M. Louis Blaringhem.

Le *Ginkgo biloba*, unique représentant d'un groupe très ancien, est la seule Gymnosperme vivante à caractère archaïque que certains botanistes aient tenté de rapprocher des Fougères. L'étude chimique a été amorcée dès 1857 par Schwarzenbach, continuée par l'école japonaise et reprise récemment par A. Sosa ([2]).

Nous nous sommes proposé l'étude physiologique de cette plante et nous exposerons ici les résultats relatifs à diverses activités diastasiques des inflorescences ♂, en nous bornant aux glucidases (les résultats relatifs aux autres diastases seront exposés ailleurs).

Dès l'automne, les inflorescences ♂ sont formées et les fleurs les plus extérieures des bourgeons arrivent avant l'hiver jusqu'à la formation des cellules mères du pollen. A ce moment ces bourgeons, chargés de réserves ainsi que le rameau sous-jacent, entrent en état de vie ralentie. C'est ainsi que le poids sec moyen d'une inflorescence ♂ prélevée sur un même arbre du Jardin des Plantes à Paris, varie très peu pendant l'hiver. Fin janvier il est de $2^{mg},75$, à la veille du printemps, le 20 mars de $2^{mg},9$; il passe brusquement à $5^{mg},8$ le 31 mars, $8^{mg},6$ le 8 avril (date où les tétrades viennent de se former), $18^{mg},3$ le 18 avril à la veille de la maturation du pollen (le 23 avril) (cf. courbe 1). Depuis l'automne jusqu'au printemps suivant, l'on peut donc distinguer deux étapes : 1° la vie ralentie traduite en fonction du temps par un palier; 2° la vie active après le 20 mars caractérisée par la croissance. Cette dernière étape peut se subdiviser en deux autres : 1° avant la formation des tétrades; 2° après cette formation (poids des étamines : 79,8 % de l'inflorescence à la maturation).

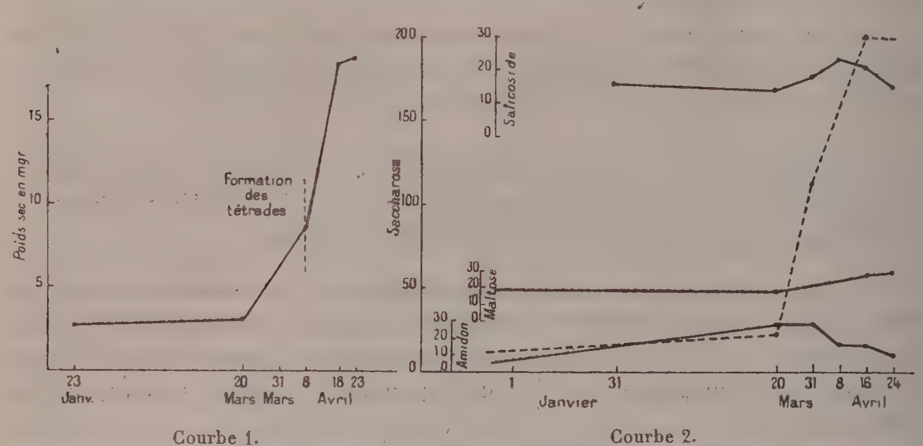
([2]) *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 70, Liége (sous presse).

([3]) *Acad. roy. belg.*, Cl. des Sciences, 12, fasc. 5, 1941 (spécialement, Djebba, pp. 19-29; Djebel Bargou, pp. 29-39 et Djebel el Hamra, pp. 39-51).

([1]) Séance du 28 mai 1947.

([2]) *Soc. chim. Biol.*, 29, 15 avril 1947 (à paraître).

La teneur en eau varie de 57,8 % (fin novembre) à 65,8 (17 janvier), 74,0 (20 mars), 78,1 (31 mars), 83,2 (8 avril), 87,3 (16 avril) et retombe à 85,8 le 24 avril, le pollen étant sur le point d'être libéré (récoltes faites par temps sec). L'entrée en vie active se manifeste donc, comme on pouvait s'y attendre, par une augmentation d'eau au printemps.



Courbe 1. Courbe 2.

Inflorescences ♂. — Courbe 1. Variations de poids d'une inflorescence. — Courbe 2. Activités diastasiques relatives à divers glucides.

Ces indications étant données, on peut rapporter l'activité diastasique soit au poids frais, soit au poids sec ou à une inflorescence. Si l'on rapporte les résultats à une inflorescence, on constate en général une augmentation notable des activités étudiées au début du printemps; mais il importe de mettre en évidence l'activité par rapport à une même masse d'organe qui définit sa concentration dans le milieu où elle est appelée à agir.

Nous avons fait agir $0^{g},1$ d'inflorescence fraîche dont on connaît la teneur en eau sur 10^{cm^3} d'une solution à 1 % de divers glucides à la température de 32°. Le sucre réducteur libéré après hydrolyse est mesuré au bout de 7 jours pour la saccharase et l'amylase, au bout de 3 jours pour la maltase, suivant la méthode de G. Bertrand. Les résultats sont rapportés à $0^{g},03$ de poids sec et aux proportions de glucide hydrolysé (courbe 2).

En ce qui concerne la β-glucosidase, nous avons réduit à $0^{g},025$ et $0^{g},01$ (poids frais) pour avoir une hydrolyse inférieure à 100 % au bout de 3 jours. Nous avons repris les expériences avec les inflorescences desséchées à 30°, et la courbe indique le pourcentage d'hydrolyse de $0^{g},1$ d'inflorescence dans 10^{cm^3} d'une solution de salicoside à 2 % au bout d'une heure à la température de 23°. L'allure de la courbe n'en est pas modifiée. (L'échelle des ordonnées est différente suivant les diastases étudiées, à cause des différences trop grandes d'activité pour être représentées par le même système, mais elles donnent dans l'ensemble l'allure des variations.)

L'activité de l'amylase est faible pendant tout le cours du développement. Celle de la maltase est plus forte, mais varie peu avec la saison. La saccharase a une très faible activité pendant l'hiver, mais après le 20 mars elle croît, son action passe de 1 à 52 du 20 au 30 mars, jusqu'à 90 le 16 avril. On assiste à un véritable déclenchement de la saccharase au début du printemps. *La β glucosidase est très active à tous les stades;* elle présente un maximum le 8 avril à la formation des tétrades (son activité est plus faible que celle des amandes, mais du même ordre). Ces deux dernières diastases existent aussi dans les feuilles et les inflorescences ♀ et peuvent être mises en rapport avec la présence de raffinose.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la culture indéfinie des tissus de la racine de Jusquiame* (Hyoscyamus niger *L.*). Note de Mme **Jacqueline Telle** et M. **Roger Gautheret**, présentée par M. Joseph Magrou.

La réalisation de cultures de tissus de plantes capables d'élaborer des substances spécifiques telles que des alcaloïdes, des hétérosides, etc., présente un intérêt particulier, car on peut espérer qu'il doit être possible par ce moyen de préciser le métabolisme de ces substances.

Désirant entreprendre l'étude du métabolisme des alcaloïdes dans des tissus cultivés *in vitro*, nous avons tenté, comme préambule à nos recherches, de réaliser la culture des tissus de Jusquiame.

Les cultures primitives furent réalisées en plaçant des fragments de racines dans un milieu glucosé renfermant de l'acide indole-acétique à une concentration de l'ordre de 10^{-6}. Au bout de deux mois ces fragments avaient produit de volumineux cals sous l'action de la substance de division.

Nous procédions alors au repiquage des cultures en isolant des fragments de ces cals et en les transportant sur le milieu utilisé par l'un de nous pour les tissus de Carotte ([1]), mais dans lequel nous avions remplacé l'acide indole-acétique par de l'acide naphtalène-acétique à la concentration de 3×10^{-7}.

Les explantats se sont développés vigoureusement, et nous avons pu procéder au bout de deux mois à un second repiquage des cultures. Nous avons alors observé un fléchissement de la vitesse de croissance, à cause, semblait-il, d'une carence nutritive; pour cette raison, au moment du repiquage suivant, nous avons ajouté à notre milieu primitif de l'acide pantothénique dont l'activité vis-à-vis des cultures de tissus a été récemment démontrée par G. Morel ([2]). L'addition de cette substance à une dose de l'ordre de 10^{-6} provoqua une remarquable stimulation du développement de nos cultures, et depuis, nous avons pu les repiquer cinq fois sans aucune difficulté.

([1]) R.-J. Gautheret, *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 118.
([2]) *Comptes rendus*, **223**, 1946, p. 166.

Nous avons ainsi isolé une souche de tissus de Jusquiame qui est actuellement âgée de plus d'un an et demi et qui se développe d'une manière telle que nous pensons pouvoir la conserver indéfiniment.

L'observation de coupes pratiquées dans quelques colonies nous a montré une structure analogue à celle signalée par l'un de nous ([3]) pour les tissus de Carotte cultivés *in vitro*. Les cultures de tissus de Jusquiame sont, en effet, constituées par des masses parenchymateuses au sein desquelles se différencient des nodules libéro-ligneux. Chacun de ces nodules est formé par une zone génératrice cyclisée qui produit des éléments criblés vers l'extérieur et des vaisseaux aberrants vers l'intérieur.

Nous avons enfin essayé de rechercher si les tissus de Jusquiame conservent *in vitro* le pouvoir d'élaborer des alcaloïdes. Nous n'avons effectué aucun dosage mais simplement des réactions microchimiques. En faisant agir le réactif de Bouchardat (réactif iodo-ioduré) sur des coupes pratiquées dans des tissus ayant subi cinq repiquages, nous avons observé la production, dans les cellules, de précipités brun rougeâtre très caractéristiques. Afin de nous assurer qu'il s'agissait bien de précipités d'alcaloïdes et non de protéides, nous avons réalisé l'épreuve d'Errera, qui consiste à traiter les coupes par de l'alcool tartrique avant de faire agir le réactif de Bouchardat. Ce double traitement ne nous a pas permis de retrouver les précipités que nous observions après l'action directe du mélange iodo-ioduré, ce qui nous permet d'affirmer la nature alcaloïdale de la substance qui précipite sous l'action directe du réactif iodo-ioduré. Ainsi, les tissus de Jusquiame cultivés *in vitro* sont capables d'élaborer des alcaloïdes. Mais les réactions obtenues sur les cultures nous ont semblé moins intenses que celles observées sur des tissus normaux, si bien que nous pensons que la culture atténue l'élaboration des alcaloïdes.

En résumé, nous sommes parvenus à réaliser la culture des tissus de Jusquiame et nous avons constaté que les cellules de cette plante conservent *in vitro* la faculté d'élaborer des alcaloïdes.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Les glucides et la systématique des Rhodophycées.* Note de M. **Jean Augier**, présentée par M. Roger Heim.

Parmi les Algues rouges, les Céramiales se distinguent, on le sait ([1]), par leur teneur élevée en mannoglycérate de sodium, qui est, pour plusieurs, le seul glucide à petite molécule; d'autres renferment aussi une petite quantité de floridoside. Dans le cas de *Polysiphonia fastigiata* Grev., qui appartient à la première catégorie, on a cherché si cette constitution varie avec la saison. Des analyses effectuées en février, mai, juillet, septembre, n'ont permis,

---

([3]) R.-J. Gautheret, *Une Voie nouvelle en Biologie végétale : La culture des tissus*, Paris, 1945.

([1]) J. Augier, *Comptes rendus*, 222, 1946, p. 929. Par suite d'une erreur, ce qui est dit dans cette Note de *Agardhiella tenera* est à rapporter à *Solieria chordalis*.

en aucun cas, de déceler le floridoside dans les eaux mères du mannoglycérate. Dans la seconde catégorie, il faut ajouter à la liste des plantes déjà signalées : *Hypoglossum Woodwardi* Kylin (Delessériacée), *Ceramium rubrum* Ag. et *Plumaria elegans* Schmitz (Céramiacées), toutes riches, pendant l'été, en mannoglycérate de sodium (obtenu cristallisé), mais non exemptes d'une petite quantité de substance dextrogyre hydrolysable par la galactosidase, et très vraisemblablement identique au floridoside.

Deux Gigartinales ont été également traitées pour l'obtention des glucides solubles. *Cystoclonium purpurascens* Kütz., récolté fin juillet, a fourni une abondante cristallisation de mannoglycérate de sodium, et renferme aussi du floridoside. On retrouve le chimisme de *Calliblepharis ciliata* Kütz., qui appartient à la même famille (Rhodophyllidacées). D'autre part, *Chondrus crispus* Lyngb., la Gigartinacée bien connue, contient une petite quantité de mannoside, qui cristallise, à côté d'une quantité plus grande de floridoside.

Deux Cryptonémiales ont été étudiées au même point de vue : *Dilsea edulis* Stack. (Dumontiacée) et *Polyides rotundus* Grev. (Rhizophyllidacée). La première a donné une cristallisation de mannoglycérate, et un reste de floridoside (non cristallisé). La seconde espèce n'a pas fourni de cristaux, mais l'analyse diastasique parle en faveur d'un contingent glucidique mixte. Or on sait que les deux ordres, Cryptonémiales et Gigartinales, furent distingués par Kylin, en 1932, d'après la place des cellules auxiliaires. Ce caractère paraît à des algologues comme Fritsch trop peu important pour baser une systématique majeure. Les résultats apportés dans cette Note ne conduisent pas à penser que les caractères du chimisme puissent renforcer la diagnose de ces ordres.

Parmi les représentants des Céramiales, Gigartinales, Cryptonémiales, analysés jusqu'ici, il en est peu qui semblent exempts de mannoglycérate de sodium (*Gracilaria multipartita* J. Ag., *Furcellaria fastigiata* Lam.), tandis que ce sucre n'a pas encore été décelé dans les Némalionales ni les Bangiales.

Nemalion multifidum J. Ag., analysé fin juillet, paraît bien ne renfermer que du floridoside, en fait de sucre soluble : c'est ce qu'indiquent les essais de cristallisation et l'hydrolyse diastasique des extraits. Notons, en passant, que la matière mucilagineuse, qui donne à l'algue sa consistance, est une substance dextrogyre ($[\alpha]_D$ de l'ordre de $+125$), livrant à l'hydrolyse 9 parties de mannose pour une d'arabinose, mais pas d'acides uroniques. On sait que le mucilage de *Thorea* est également à base de mannose, mais fortement lévogyre [2]. Le tréhalose, présent dans les Lémanéacées, n'a pas été aperçu ici.

Bangia fuscopurpurea Lyngb., récolté en abondance, au mois de novembre, par M. R. Lami, ne renferme, semble-t-il, comme sucre soluble, qu'un galactoside identique au floridoside. Il en est de même pour *Porphyra umbilicalis* J. Ag., au mois d'août.

---

(2) J. Augier, *Thèse*, Paris, 1934.

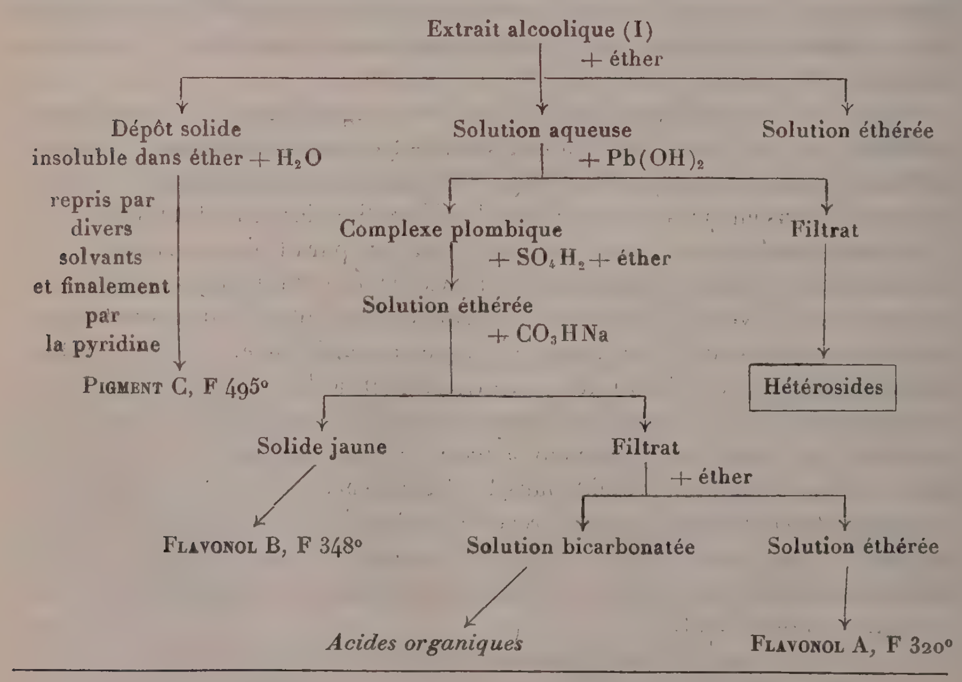
Une investigation plus complète de ces deux derniers ordres se heurte à la difficulté de préparation des principes cristallisés, et nécessitera des récoltes très abondantes.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Étude de quelques pigments jaunes extraits de* l'Arbutus unedo *L.* Note (1) de M. **Antonio Sosa**, présentée par M. Marcel Delépine.

Le premier travail chimique que l'on trouve dans la littérature sur l'*Arbutus unedo*, arbuste typique de la région méditerranéenne, est celui de Mafat en 1892, sur les tanins. Depuis, plusieurs substances ont été isolées appartenant aux groupes chimiques les plus divers, mais, à part les caroténoïdes des fruits (Schœn, 1935), les pigments n'avaient pas été étudiés.

De notre côté, nous avons isolé pour la première fois, des feuilles et des rameaux de cette Éricacée, plusieurs corps organiques nouveaux parmi lesquels trois pigments, dont deux flavonols et une substance jaune phénolique dont le point de fusion est vraisemblablemnnt le plus élevé trouvé jusqu'à ce jour dans le règne végétal. Dans cette Note préliminaire nous donnons le schéma à suivre pour l'extraction de ces produits et quelques résultats expérimentaux.

Extraction. — La plante (feuilles et jeunes rameaux) est épuisée par l'alcool bouillant et l'extrait alcoolique (I) est soumis aux traitements suivants après élimination de l'alcool sous vide.



(1) Séance du 2 juin 1947.

Flavonols. — Ces substances sont purifiées par cristallisations répétées dans les alcools dilués (CH_3OH ou C_2H_5OH). Elles sont constituées par de beaux cristaux jaunes fondant à 320° (A) et 348° (B) [2]. Elles offrent les réactions typiques : couleur rouge (A $<$ B) avec ClH + Mg dans CH_3OH, bleu avec Cl_3Fe, idem avec NO_3H concentré. La réaction à l'acide borocitrique de Wilson est la même qu'avec le quercétol (jaune avec fluorescence verdâtre). La réaction à l'amalgame de Na et celle que nous avons proposée à l'aide de KOH n/100 méthylalcoolique [3] permettent de différencier ces substances d'un autre flavonol assez semblable à certains points de vue, le quercétol. La dernière réaction peut servir aussi pour la différenciation entre A et B.

	Amalgame de Na + ClH.	KOH *n*/100 méthylalcoolique.
Flavonols A et B......	vert → décolor. → rose	vert émeraude (A) vert foncé → bleu très foncé (B)
Quercétol............	jaune → brun → rougeâtre	jaune citron

B réduit la liqueur de Fehling (1g comme 0g,60 de glucose) (pour le quercétol, 1g comme 0g,57 de glucose).

Analyse...	C %.	H %.	HO % (acétylation pyridinée).
Flavonol A....	59,75–59,9	3,71–3,85	–
» B....	58,56–58,48	3,80–3,70	19,1

Ces substances n'ont pas de groupe méthoxyle; elles sont insolubles dans le camphre et pour cette raison nous n'avons pu déterminer le P. M. par la microméthode de Rast.

Nous avons méthylé A et B par CH_2N_2 : la teneur en CH_3O des dérivés cristallisés correspondants est de 31,2 % pour A et de 29,5 % pour B (F 114°), alors que pour le tétraméthylquercétol, on a 34,6 % de CH_3O (F 158°).

Pigment C. — Cette substance cristallisée en belles aiguilles jaune pâle est insoluble dans la plupart des solvants usuels. Nous avons eu recours à la pyridine pour la purifier par cristallisations successives (les eaux mères sont inactives à la lumière polarisée). Elle retient fortement la pyridine, jusqu'à 23 % de cristallisation. Les cristaux se présentent au microscope groupés en ailes de moulin et fondent au bloc à 495° (corr., fus. inst.). Il possède deux bandes d'absorption dans l'ultraviolet moyen, l'une sur $\lambda\,254^{m\mu}$ forte et l'autre sur $\lambda\,352^{m\mu}$ faible (déterminé par MM. Meunier et Jouanneteau).

Il réduit la liqueur de Fehling à chaud. Il ne se dissout pas dans les bases ou acides conc. à l'exception de NO_3H avec lequel il donne une belle réaction bleue devenant rouge par la suite. Avec Cl_3Fe il se colore en bleu; c'est

(2) Tous les P. F. ici indiqués ont été pris au bloc de Maquenne (corr.) selon la méthode de la fusion instantanée.

(3) *Comptes rendus*, **222**, 1946, p. 1125.

un composé phénolique. Il ne présente pas les réactions du groupe des flavones. Comme les flavonols A et B, il est insoluble dans le camphre et ne possède pas de méthoxyles dans sa molécule.

Analyse . . C %.......... 55,53-55,65 H %.......... 2,13-2,26

Par acétylation pyridinée on obtient un dérivé incolore, nacré, fondant à 370° environ.

Le pigment se laisse méthyler par le diazométhane en donnant naissance à un corps cristallisé jaunâtre dont le P. F. est de 250° et dont la teneur en CH_3O est de 21,2 %. Ce dérivé ne donne plus de coloration avec Cl_3Fe.

BIOLOGIE. — *L'effet de lactates de* Na *et de* Ca *sur la Souris et son rapprochement de celui du pyruvate*. Note [1] de Mme **Nadine Dobrovolskaïa-Zavadskaïa** et M. **Vladimir Momsikoff**.

L'acide lactique (CH_3 CH OH COOH) a été longtemps considéré comme l'un des principaux responsables des manifestations du béribéri et du polyneurite aviaire; une augmentation de sa quantité dans le cerveau a été trouvée [2] [3] au cours de l'avitaminose B_1.

Plus récemment, on s'est concentré davantage sur l'étude chimique de l'acide pyruvique (CH_3 CO COOH) [4] [5]. Nous avons relaté [6] un syndrome reproduisant, par le pyruvate de sodium seul et en l'absence de l'avitaminose, le béribéri expérimental sur les souriceaux.

Pour élucider également le rôle de l'acide lactique, nous avons réalisé une série d'expériences analogues (voir figures).

1° ♂ gris-sauvage de 13g,8. Injection à 16h40m de 1cm³ de solution de lactate de Na à 4,7 %; 17h, chancelle, respiration ralentie, se frotte le museau avec les pattes, se gratte (démangeaison); 17h55m, se gratte les oreilles, se lèche; 17h25m, urine 7 gouttes à la fois; 17h35m, commence à se rétablir. Nouvelle injection de 1cm³, même solution; 17h50m, état cataleptique (photos **1** et **2**, sans rétention); se sauve après, court. Aucun mouvement convulsif; 18h10m, l'état cataleptique continue; 18h30m, ne va pas plus mal. Le lendemain, poids : 13g,6, bon état.

2° ♁ **61183** XXXV, poids 9g,3; 11h30m, injection de 0cm³,5 de lactate de Ca à 9 %; 12h15m, marche en oscillant, pattes postérieures écartées; 14h10m, respire lentement, pas de mani-

(1) Séance du 2 juin 1947.

(2) H. W. Kinnersley et R. A. Peters, *Biochem. Journ.*, **23**, 1929, pp. 1126 et 1930; **24**, pp. 711 à 712.

(3) R. Lecoq, *C. R. Soc. Biol.*, **119**, 1935, p. 276.

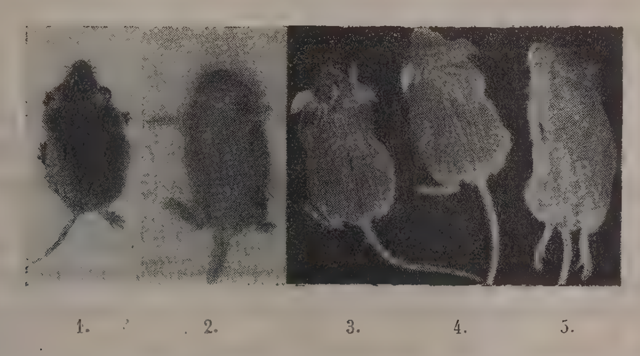
(4) A. P. Meiklejon, R. Passmore et R. A. Peters, *Biochem. Journ.*, **26**, 1932, pp. 1872-1879.

(5) R. A. Peters et R. H. S. Thompson, *Biochem. Journ.*, **28**, 1934, pp. 916 à 925.

(6) N. Dobrovolskaïa-Zavadskaïa et collab., *Comptes rendus*, **222**, 1946, pp. 248, 611 et 935; **223**, 1946, p. 1024.

festation spasmodique; 15ʰ30ᵐ, catalepsie, photo sans rétention (*fig.* 3); 17ʰ, paralysie des pattes postérieures; 17ʰ40ᵐ, meurt sans convulsion (6 heures 10 minutes après l'injection).

3° ♂ **61184** XXXV beige, de 9ᵍ,3; 11ʰ25ᵐ, injection de 0ᶜᵐ³,4, même solution; 12ʰ10ᵐ, paralysie des pattes postérieures, marche en oscillant, respire lentement; 14ʰ5ᵐ, respiration moins ralentie que chez le précédent (plus petite dose); 15ʰ10ᵐ, catalepsie (*fig.* 4); 17ʰ, aucune manifestation convulsive, paralysie des pattes postérieures; 18ʰ, respire encore; 18ʰ10ᵐ, meurt.



1. 2. 3. 4. 5.

Fig. 1 et 2. — État cataleptique : l'animal reste sur le ventre et sur le dos (a bougé) en position insolite avec les pattes étirées comme on l'avait mis. Rétablissement complet par la suite.

Fig. 3. — État cataleptique, l'animal garde la position anormale avec la patte antérieure droite étirée. Mort 2 heures après, sans convulsion.

Fig. 4. — Immobilisation 3 heures 45 minutes après l'injection. Mort 2 heures après sans convulsion, mais avec les pattes postérieures paralysées.

Fig. 5. — Paralysie des pattes, 2 heures 30 minutes après l'injection. Mort sans convulsion.

4° **61115** XXXV gr. arg. de 6ᵍ,7; 12ʰ, injection de 0ᶜᵐ³,4 de lactate de Ca à 9 %; 12ʰ20ᵐ, pattes postérieures écartées, marche lentement; 14ʰ, très frappé, mais ne reste pas sur le dos; 14ʰ10ᵐ, patte postérieure gauche étirée, paralysée; la patte postérieure droite reste pliée et fait des mouvements; 14ʰ30ᵐ, la patte postérieure gauche et la patte antérieure droite sont paralysées, étirées (*fig.* 5); 14ʰ35ᵐ, mort sans convulsion 2 heures 35 minutes après l'injection.

En résumé, l'effet de l'acide lactique s'est manifesté par l'ataxie, la catalepsie, le ralentissement de la respiration (sans symptôme dyspnéique) et l'immobilisation progressive de l'animal.

Contrairement à ce qui a été observé avec l'acide pyruvique, on a constaté l'absence complète de phénomènes spasmodiques et convulsifs (aucune hyperextension du cou). L'animal représenté sur les figures 1 et 2 manifesta encore quelques symptômes d'inquiétude et d'irritation (démangeaison, diurèse insolite); malgré un état cataleptique prononcé, il s'est rétabli et a vécu encore plusieurs mois. Tous les autres animaux sont morts avec des manifestations paralytiques graves, mais sans aucune crise convulsive. L'acide pyruvique reste, par conséquent, la cause immédiate la plus probable des phénomènes spasmodiques et convulsifs. Le cinergisme de l'acide lactique dans les phéno-

mènes paralytiques et, peut-être, dans quelques manifestations internes, est tout à fait probable.

Cette différence d'action s'explique (7) (4) par le fait que l'acide pyruvique n'est pas un dérivé de l'acide lactique. Suivant l'expression de E. M. Case (7), il n'est pas un précurseur intermédiaire de l'acide lactique, ni un produit d'oxydation directe de ce dernier; le précurseur immédiat de l'acide pyruvique doit être le méthylglyoxal (CH_3COCOH) duquel l'acide pyruvique est dérivé par oxydation.

BIOLOGIE. — *La glande thyroïde du Saumon Atlantique* (Salmo salar *L.*) ♀, *au cours de sa vie en eau douce.* Note (1) de M. **Maurice Fontaine** et Mlle **Madeleine Olivereau**, transmise par M. Robert Courrier.

Étudiant depuis plusieurs années la physiologie du Saumon en rapport avec certaines étapes de ses migrations, nous pouvons maintenant apporter quelques conclusions relatives aux variations d'activité de la glande thyroïde du S. du Bassin de l'Adour. Nous ne considérerons ici que le S. ♀, n'ayant pas encore pu nous procurer des mâles à tous les stades auxquels nous avons obtenu des femelles. Ces stades sont les suivants : Le parr, jeune S. d'un à deux ans (capturé en décembre ou avril); le smolt, jeune S. de descente, capturé lors de son avalaison (mars-avril); le S. adulte, dit frais pêché à Bayonne dans des eaux encore faiblement saumâtres (mars), ou à Peyrehorade (mars-avril) dans des eaux douces à une quarantaine de kilomètres de l'estuaire. Ce S., parvenu sur les frayères (Oloron-Sainte-Marie), soit en avril très peu de temps après son arrivée, soit en décembre (époque de la fraie). Enfin, le S., dit bécart, ayant frayé et retournant pour la seconde fois à l'Océan, capturé à Bayonne en mars.

Nos observations peuvent être résumées ainsi (2) :

Le parr présente une glande en activité moyenne quand il est capturé en hiver sur les frayères. Les follicules médians, de diamètre relativement grand, sphériques, sont limités par un épithélium cubique, élevé, avec vacuome apical et souvent en dôme turgescent et un noyau apparent en situation basale; la colloïde est peu abondante, et bien souvent ce n'est qu'un fin réseau dilué qui occupe la lumière de l'acinus. Les follicules périphériques manifestent une activité légèrement moindre. Chez le parr, capturé en avril, nous constatons une activité plus marquée de la thyroïde, sans doute attribuable à l'influence de la saison. La résorption de la colloïde est plus avancée, et la majorité des

---

(7) *Biochem. Journ.*, **26**, 1932, pp. 759-771.

(1) Séance du 2 juin 1947.

(2) Des descriptions plus détaillées, accompagnées de microphotographies, seront données dans un mémoire ultérieur.

follicules présente un épithélium plus élevé, mais ce degré d'activité n'atteint pas encore celui du smolt. Chez ce dernier, l'épithélium est très nettement prismatique et dessine de nombreuses sinuosités, plusieurs vésicules sont en collapsus et même lorsque persiste la lumière, la colloïde est soit absente, soit très peu abondante. Signalons aussi une prolifération du tissu glandulaire tant à partir des cordons de Wölffler que de points localisés de l'épithélium.

Après une ou plusieurs années de croissance en mer, le S. reparaît en eau douce. Capturé à Bayonne, il possède une thyroïde assez active, très développée, mais hétérogène du point de vue de l'aspect fonctionnel de ses follicules, certains nettement actifs à épithélium cubique ou prismatique, à sécrétion colloïdale de réaction orangeophile et parsemée de microvacuoles incolores, d'autres plus volumineux, présentent un épithélium plus bas sans que toutefois la colloïde y soit compacte ni dense. Dans les S. capturés à Peyrehorade, l'activité de la thyroïde est réduite par rapport aux individus précédents pêchés à proximité de l'estuaire. La proportion des vésicules au repos augmente encore dans le S. pêché sur les frayères dès son arrivée, et il faut noter, à une même époque, cette évolution de l'activité thyroïdienne en fonction du stade migratoire. Mais c'est un repos presque total qui caractérise la plupart des thyroïdes des femelles capturées au moment de la fraie. Les vésicules sont très grandes, distendues par une colloïde compacte et homogène très acidophile, avec un épithélium très bas, du type endothéliforme dont il est dans certains cas très difficile de distinguer la structure. Dans un cytoplasme raréfié, le noyau est très étiré, subissant souvent une dégénérescence pycnotique; parfois l'épithélium semble totalement désorganisé, désintégré. L'irrigation sanguine est presque nulle.

La thyroïde du bécart présente toutes les manifestations d'une réorganisation et d'une reprise de son activité fonctionnelle. L'hétérogénéité de la glande est très marquée, car des follicules dégénérés persistent encore, mais le remaniement et l'hyperplasie de la glande se manifestent par une prolifération qui s'effectue à partir des cellules de Webber, produisant des follicules à petit diamètre dont l'épithélium peut affecter le type cubique élevé ou même prismatique. La colloïde est le plus souvent peu abondante, franchement basophile et fluide, les cellules épithéliales la phagocytant selon les images classiques. La reprise d'activité fonctionnelle de la glande est évidente et notons qu'elle se produit avant que le S. ait commencé de s'alimenter.

Ainsi, la thyroïde présente chez le jeune S. une activité croissante du parr sédentaire au smolt migrateur, stade où elle semble atteindre son maximum d'activité. Chez l'adulte, l'activité de la glande décroît progressivement de l'estuaire aux frayères pour atteindre son état de repos maximum au moment de la fraie. La période de reproduction passée, une reprise d'activité de la thyroïde se manifeste chez le S., qui retourne une seconde fois à l'Océan. Une lacune importante existe dans ce cycle entre le smolt et le S. frais de montée,

due à ce fait que les prises de S. en mer sont exceptionnelles sur nos côtes. Mais Hoar ([3]), sur les côtes orientales américaines, a décrit la thyroïde d'un S. en mer comme une glande au repos ou du moins en activité très réduite. Si cette conclusion peut être étendue dans l'avenir au S. de l'Adour, les phases d'accélération ou de reprise de l'activité thyroïdienne apparaîtront alors comme précédant immédiatement ou accompagnant les changements de milieu. Sans doute, les recherches sur la physiologie de ces migrations sont-elles encore trop peu avancées pour que nous puissions préciser la nature des liens qui unissent ce cycle d'activité thyroïdienne et le cycle migrateur, mais un rapprochement s'impose quelles que soient les différences éthologiques notables qui séparent les migrations de ces deux espèces, entre les phases d'activité thyroïdienne du smolt, du S. frais et du bécart, et celles antérieurement signalées par divers auteurs, de l'Anguille à l'état de jeune civelle et d'Anguille argentée d'avalaison.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Action des ondes d'ultra-haute fréquence* (longueur d'onde 21 cm) *sur la température de petits animaux de laboratoire*. Note ([1]) de MM. **Luc de Séguin** et **Guy Castelain**, présentée par M. Jacques Tréfouël.

Une centaine d'animaux de laboratoire souris et rats albinos furent exposés à des champs électromagnétiques de fréquence voisine de 14.10^8 cycles-seconde, produits par un émetteur dont l'élement essentiel est un tube à modulation de vitesse dit *klystron*. La puissance utilisée varia d'une dizaine de watts à 200 watts.

Il n'est pas encore possible de déterminer par des moyens physiques simples le coefficient d'absorption d'une préparation placée dans un champ d'ondes très courtes. Nous avons pris comme terme de comparaison l'élévation thermique d'un animal mort placé dans des conditions d'expérimentation aussi voisines que possible de celles réalisées pour l'animal vivant. Cette élévation thermique peut être considérée comme linéaire pour des températures comprises entre 18 et 50 degrés.

Plusieurs séries d'irradiations furent faites. Dans le cas d'irradiations totales, la dose léthale étant déterminée pour une puissance donnée, on pratiqua des irradiations progressant de très faibles doses à cette dose mortelle en prenant chaque fois un animal neuf. Dans quelques séries deux animaux furent exposés pour chaque dose; l'un fut décapité et autopsié, l'autre conservé pour observer les conditions de sa survie et les lésions ultérieures. Des essais d'irradiations localisées furent faits soit avec un guide coaxial monté en antenne, soit en

---

([3]) *J. of Morphol.*, 65, 1939, pp. 257-269.

([1]) Séance du 2 juin 1947.

exposant des rats de façon que seul un tiers de leur volume fut en champ maximum; pour chaque tiers on exposa plusieurs animaux à des doses différentes. Dans une des séries on exposa deux animaux par dose, décapitant l'un immédiatement après l'exposition et conservant l'autre.

Tous les animaux morts furent immédiatement autopsiés, leurs organes prélevés et des coupes histologiques de tous les tissus, sauf du tissu nerveux, pratiquées.

Résultats. — 1° Le poids ne joue pas un rôle important dans l'élévation thermique tant que l'animal est entièrement dans la zone du champ maximum. Les températures et les lésions autopsiques et histologiques, après des expositions à un même champ, de souris (15^g) et de rats (120^g) sont très voisines.

2° *Pour des doses très fortes* produisant sur la souris morte une élévation de l'ordre de 20 à 23° par minute, l'élévation thermique des souris vivantes est très voisine de celle de la souris morte-témoin. Les réactions physiologiques de thermo-régulation s'ébauchent seulement et leur effet est hors de proportion avec l'élévation thermique énorme induite dans la souris.

Les souris meurent en hyperthermie brutale, sans avoir la possibilité de lutter de façon suffisante contre l'énergie qu'elles absorbent.

Pour des doses fortes produisant sur la souris morte une élévation thermique de l'ordre de 12 à 2° par minute, l'élévation thermique des souris vivantes est environ deux fois moindre, la thermo-régulation joue à plein ainsi que le prouvent les lésions histologiques. Les souris meurent en hyperthermie.

Pour des doses plus faibles produisant sur la souris morte une élévation de l'ordre de 1° par minute, l'élévation thermique des souris vivantes est un peu inférieure à celle de la souris morte.

3° Quelques rats et souris sont morts en hyperthermie relative après une exposition courte, de 20 à 30 secondes, alors que leur température rectale ne dépassait pas 41°,5.

Nous eûmes d'autres exemples d'atteintes apparemment isolés de certaines fonctions. Le retour à la température normale d'un animal irradié est lent si on le compare au refroidissement d'un animal mort. Cependant dans quatre cas, et bien que les souris continuassent à vivre après l'exposition, leur température s'abaissa à la même vitesse que celle des souris mortes, et elles moururent quand leur température tomba vers 27°; on put retarder leur mort en les réchauffant. Tout se passa comme si la fonction thermo-régulatrice était complètement inhibée.

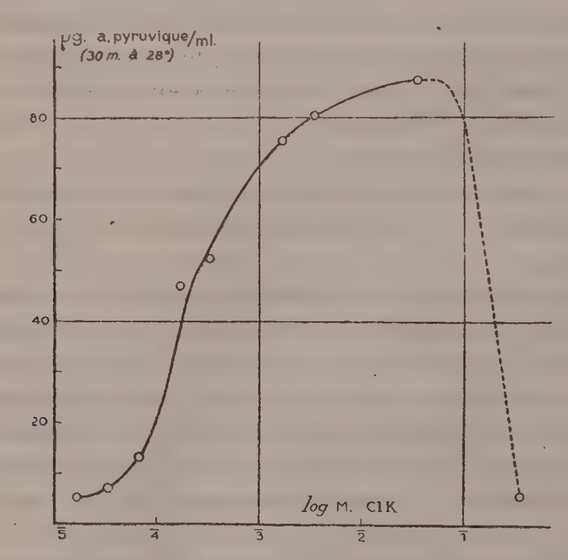
On vit en outre deux fois des hémiplégies et une paraplégie transitoires. Les souris retrouvèrent l'usage de leurs membres au bout de quelques heures.

Nous attribuons ces cas de mort en hyperthermie relative, de suppression de la fonction thermo-régulatrice, de lésions hémiplégiques ou paraplégiques, à une absorption élective de l'énergie par le système nerveux central avec atteinte d'une ou plusieurs fonctions bulbaires ou médullaires.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Nécessité de l'ion potassium pour la décarboxylation oxydative bactérienne de l'acide malique en acide pyruvique.* Note [1] de M. **André Lwoff** et Mlle **Hélène Ionesco**, présentée par M. Maurice Javillier.

Le mutant S de la bactérie *Moraxella Lwoffi* produit directement, sans passage par l'acide oxalo-acétique, de l'acide pyruvique à partir de l'acide malique [2]. Nous montrons que l'ion K est indispensable à cette oxydation.

Technique. — On prépare les milieux suivants : A. CO_3NaH, 3g, eau bidistillée 100ml; B. $SO_4(NH_4)_2$ 10g, ClK 5g, SO_4Mg 0g,5, H_2O 100ml; C. Citrate ferrique 0g,1, H_2O 100ml; D. PO_4KH_2 1g, NaOH, *q. s.* pour pH 7,0, H_2O, *q. s.* pour 100ml; E. Acide malique 5g, NaOH, *q. s.* pour pH 7,0, H_2O, *q. s.* pour 100ml. Les solutions sont stérilisées : A, B, C et D, 20 minutes à 115°, E par filtration sur bougie. On ajoute à 96ml de A, 1ml de B, 0ml,5 de C, 0ml,35 de D et 3ml,2 de E. Pendant 3 minutes, on fait barboter aseptiquement dans le milieu un mélange de CO_2 + air à 8,5 %. On ensemence avec une goutte d'une culture jeune diluée au 100e. On refait barboter le mélange gazeux pendant 3 minutes et l'on agite à 34°. Dans ces conditions, le phosphate du milieu est entièrement consommé lorsque les deux tiers environ de l'acide malique ont été métabolisés. Il y a alors accumulation dans le milieu de pyruvate qui est ensuite lentement oxydé. Après 16 heures d'agitation, cette oxydation étant terminée, les bactéries sont centrifugées, le culot suspendu dans de l'eau bidistillée; l'opération est répétée deux fois et les bactéries sont dialysées 24 heures contre de l'eau bidistillée.



Les bactéries ainsi préparées, en suspension dans une solution M/132 de malate de Na, produisent peu ou pas de pyruvate. Elles en produisent

---

(1) Séance du 2 juin 1947.

(2) A. Lwoff et R. Cailleau, *Comptes rendus*, 224, 1947, pp. 678-699.

abondamment si on leur fournit du ClK ou du SO_4K_2. La courbe montre la production de pyruvate en fonction de la concentration en ClK. L'activité de l'ion K se manifeste aux environs de $1{,}5$ à 3.10^{-5} M; elle atteint son maximum pour une concentration de 5 à 6.10^{-2} M (la position du point d'inflexion a été déterminée dans d'autres expériences).

Le tableau montre que l'ion K ne peut être remplacé par aucun des ions suivants : Na, Sr, Mg, Mn, Ni, Co, Cu et Zn.

Concentration moléculaire.	$1{,}2.10^{-3}$.	$1{,}7.10^{-4}$.	$8{,}5.10^{-5}$.	$8{,}5.10^{-6}$.	$8{,}5.10^{-7}$
ClK	+	+	+	o	–
Cl_2Sr ou ClNa ou SO_4Mg	o	o	–	–	–
Cl_2Mn	–	–	o	o	–
Cl_2Ni	–	o	o	o	–
SO_4Cu ou acétate de Co	–	–	I* = 100 %	o	o
Acétate de Zn	–	–	I* = 100 %	I* = 67 %	o

*I = inhibition % en présence de ClK $1{,}2.10^{-3}$ M.

On sait que l'ion K intervient dans les réactions catalysées par les composés phosphorés de l'adénosine. Il est en particulier (3) indispensable à la réaction : phosphopyruvate + adénosine diphosphate (ADP) = pyruvate + adénosine triphosphate (ATP). On sait aussi (4) qu'il existe une relation entre la phosphorylation et l'oxydation des diacides en C_4 par les tissus animaux.

La nécessité de l'ion K pour la réaction malate → pyruvate semble impliquer l'intervention du phosphore; l'essentiel des réactions, en faisant abstraction des déshydrogénations, serait : 1° malate + ATP ⇌ phosphomalate + ADP; 2° phosphomalate ⇌ phosphopyruvate + CO_2; 3° phosphopyruvate + ADP ⇌ pyruvate + ATP.

Pour que la réaction 1 puisse se poursuivre, il faut que l'ADP soit à nouveau phosphorylé. En l'absence de phosphore exogène et en présence d'un excès de malate, il faut nécessairement qu'une autre réaction intervienne. Le phosphomalate doit se décarboxyler facilement et donner de l'acide phosphohydroxypyruvique.

La réaction 3 étant indispensable pour la resynthèse de l'ATP, la nécessité de l'ion K est expliquée, mais il est possible que celui-ci soit indispensable aussi pour la réaction 1. En tout cas, étant donné : 1° le point de départ : malate, et le point d'arrivée : pyruvate; 2° le caractère indispensable du potassium que nous venons d'établir, l'hypothèse d'un intermédiaire phosphorylé dans la décarboxylation oxydative du malate en pyruvate est plausible. Le mutant S

(3) P. D. Boyer, H. A. Lardy et P. H. Phillips, *J. Biol. Chem.*, **149**, 1943, p. 529.

(4) H. A. Lardy, P. D. Boyer et P. H. Phillips, *Arch. Biochem.*, 1944, pp. 295-296; H. A. Lardy et J. A. Ziegler, *J. Biol. Chem.*, 159, 1945, pp. 343-351; V. R. Potter, *Arch. Biochem.*, **6**, 1945, pp. 439-453.

de *Moraxella*, qui se distingue de la forme normale N par le pouvoir d'utiliser les diacides en C_4 comme aliment énergétique, serait alors caractérisé par la présence d'une phosphorylase spécifique pour ces diacides.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'activité antivitaminique* K (*hémorragique*) *d'une indanedione*. Note de MM. **Paul Meunier, Charles Mentzer** et **Darius Molho**, présentée par M. Maurice Javillier.

Au cours de recherches concernant les relations entre la structure et l'action antivitaminique K, deux d'entre nous ont étudié la série des hydroxy-4 coumarines de formule générale (I)

OH, R, CO, O

(I)

Dans cette série, le radical R joue un rôle déterminant en ce qui concerne les propriétés observées. Ainsi, la méthyl-3 hydroxy-4 coumarine ($R = CH_3$) se comporte comme une vitamine K, alors que la chloro-3 et la bromo-3 hydroxy-4 coumarine sont, au contraire, des antivitamines ([1]). Mais c'est surtout la phényl-3 hydroxy-4 coumarine ($R = C_6H_5$) qui a retenu notre attention. Cette substance est également capable de diminuer le taux de prothrombine ([2]), et nous nous sommes demandé dans quelle mesure des modifications chimiques apportées à une telle molécule pouvaient influencer ses propriétés biologiques.

En particulier, nous avons étudié les effets de la suppression de l'oxygène coumarinique situé en 1 dans le noyau pyronique et, fait intéressant, nous avons pu constater que la phényl indane dione (II) ainsi obtenue ([3]) conserve les propriétés antivitaminiques K.

OH, CO — (II).

CO, CH_3, CO — (III).

OH, CO, O CH_3 — (IV).

([1]) P. Meunier, Ch. Mentzer et A. Vinet, *Helv. Chim. Acta*, 29, 1946, p. 1291.

([2]) Comme l'ont déjà remarqué Overmann et ses collègues (*J. Biol. Chem.*, 153, 1943, pp. 15-24).

([3]) Des indanediones plus compliquées ont été trouvées actives comme anti-prothrombinémiants par Kabat, Stohlmann et Smith (*J. Pharmacol.*, 80, 1944, pp. 160-169).

A $2^{mg},5$ *per os*, elle est encore efficace chez le lapin de deux kilos (abaissement de 50 % du taux de prothrombine).

Son activité est relativement fugace, alors que celle des hydroxy-4-coumarines se prolonge en général pendant plusieurs jours. Cependant, comme dans le cas du dicoumarol, l'activité semble liée à l'existence du groupement énolique en 3. En effet, si l'on interdit l'énolisation de la molécule, le pouvoir hypoprothrombinémiant disparaît complètement, comme le prouve l'inactivité du corps (III), dans lequel il existe un groupement méthyle fixé en position 2 sur le même carbone que le phényle.

La présence de substituants sur les noyaux aromatiques semble également contre-indiquée, comme dans le cas du dicoumarol ; ainsi la *p-méthoxy-phénylindanedione* (IV) est inactive au même titre que la méthylène-3.3'-bis-[hydroxy-4-di-méthoxy-5.7]-coumarine (V)

OCH₃ OH OH OCH₃
—CH₂—
CH₃O CO CO OCH₃
O O

(V).

Le parallélisme entre la série des hydroxy-4-coumarines et la série des indanediones semble d'ailleurs très limité ; en effet, la méthylène-2.2'-bis-[indanedione], dont la structure est pourtant toute proche de celle du dicoumarol, est dépourvue d'activité hémorragique comme l'ont déjà montré Jansen et Jensen [4] Les raisons d'une telle anomalie restent à élucider.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les propriétés du groupe peptidique.* Note [1] de M. **Michel Backes**, présentée par M. Jacques Trefouël.

Le groupe peptidique étant d'après Fischer la partie essentielle des protéines, nous nous sommes proposé d'étudier ses propriétés en partant de composés ne contenant pas d'autre groupe fonctionnel : les amides monosubstitués sur l'azote.

Le N-éthylacétamide se condense à 60° avec l'aniline en présence d'une molécule de $POCl_3$ pour donner le N-phényl N-éthylacétamide avec un rendement de 30 %. Ce composé a été identifié par son point de fusion (51°) et par son dérivé nitré, le N-*p*-nitrophényl-N-éthylacétamide (F 117°) qui, par hydrolyse, fournit le N-*p*-nitrophénylacétamide (F 96°). Le N-éthylacémide

---

(4) *Z. Physiol. Chem.*, 277, 1942, p. 66.

(1) Séance du 2 juin 1947.

réagit donc avec l'aniline par l'intermédiaire de l'hydrogène du groupe —NH— avec élimination d'ammoniac

$$\begin{matrix} CH_3-CO \\ | \\ C_2H_5-NH \end{matrix} + H_2N-C_6H_5 = \begin{matrix} CH_3-CO \\ | \\ C_2H_5-N-C_6H_5 \end{matrix} + NH_3$$

Le N-isopropylisobutyramide agit d'une façon différente sur l'aniline. La condensation a lieu à 60-70° en présence d'une molécule de $POCl_3$. Nous avons obtenu avec un rendement de 48 % la N-phényl-N-isopropylisobutyramidine $C_{13}H_{20}N_2$.

Analyse	C (%).	H (%).	N (%).
Trouvé	76,67	9,88	13,3
Calculé	76,47	9,80	13,7

C'est une substance cristalline blanche dont le point de fusion est de 68-68°,5 et qui distille sous la pression de 19^{mm} Hg à 142-143°. A la température ordinaire elle est insoluble dans l'eau et très soluble dans l'alcool. Peu soluble à froid dans l'éther de pétrole (É 80-100°), elle s'y dissout bien à chaud. Elle ne fixe pas d'hydrogène à température et à pression ordinaires en présence de palladium catalytique. Le N-isopropylisobutyramide agit donc sur l'aniline par l'intermédiaire de l'oxygène du —CO— avec élimination d'eau.

$$\begin{matrix} (CH_3)_2>CH-CO + H_2N-C_6H_5 \\ | \\ (CH_3)_2>CH-NH \end{matrix} \rightarrow \begin{matrix} (CH_3)_2>CH-C=N-C_6H_5 \\ | \\ (CH_3)_2>CH-NH \end{matrix} + H_2O$$

Elle se comporte comme les amides non substitués qui ont été condensés avec l'aniline par Drozdow et Bekhli ([2]). La comparaison des deux résultats montre que le groupe —CO—NH— des amides monosubstitués réagit tantôt par l'intermédiaire du —CO—, tantôt par celui du —NH. Il y a donc une stucture variable qui pourrait s'expliquer par une énolisation variable avec la nature des substituants.

L'aniline ne se condense pas avec la glycylglycine, ni avec la dicétopipérazine à 100° en présence de $POCl_3$. Ce résultat pouvait être dû à priori à l'insolubilité de la glycylglycine et de la dicétopipérazine dans l'aniline. Pour disposer d'un solvant anhydre, nous avons vérifié que : 1° l'acétamide rigoureusement sec ne réagit pas avec $POCl_3$ à des températures inférieures à 80°; 2° l'aniline en solution dans l'acétamide se combine avec $POCl_3$ sans perdre son individualité chimique. Mais si la température dépasse 90°, il se forme peu à peu de l'acétanilide.

([2]) *Jour. Gén. Chimie* (U. R. S. S.), **14**, 1944, p. 472.

Nous avons répété la condensation du N-isopropyl-isobutyramide avec l'aniline par une molécule de $POCl_3$ au sein de l'acétamide. La N-phényl N-isopropyl-isobutyramidine se forme encore avec un rendement de 12 %. La glycylglycine, même en solution dans l'acétamide, ne se condense pas avec l'aniline par $POCl_3$.

Dans l'espoir d'obtenir une réaction simultanée sur le —CO— et sur le —NH—, nous avons fait agir le bromhydrate de bromo-3-propylamine sur le N-isopropyl-isobutyramide. Le groupe NH_2 réagissant avec le —CO— et le Br s'éliminant avec l'hydrogène du —NH—, il devrait en résulter une tétrahydropyrimidine substituée. Il n'en est rien.

Le mélange des deux composés ne donne lieu à aucune réaction jusqu'à 205°. En opérant en présence de $POCl_3$, celui-ci décompose l'amide, à partir de 130°, en chlorure d'isobutyryle et un dérivé chloro-phosphorylé de l'isopropylamine. La bromo-3-propylamine libre résiste si peu à la chaleur que nous avons dû l'employer en solution diluée dans l'éther. A l'ébullition de l'éther et en présence de différents agents de condensation (CO_3K_2, $ZnCl_2$), aucune condensation avec le N-isopropyl-isobutyramide n'a été observée.

MICROBIOLOGIE. — *Sur l'action d'une hormone corticosurrénale préparée par voie de synthèse (acétate de 11-déhydrocorticostérone) chez des animaux traités par une endotoxine bactérienne.* Note de M. **Albert Delaunay** et Mme **Jacqueline Lebrun**, transmise par M. Gaston Ramon.

En règle générale, les animaux surrénalectomisés sont beaucoup plus sensibles que les animaux normaux aux agressions bactériennes, mais on peut augmenter leur résistance en les traitant par des extraits du cortex surrénal. Le fait est bien connu. Prenons l'exemple du bacille typhique. Dès 1932, Fr. A. Hartman et W. J. Merle Scott (1) parviennent à protéger des rats surrénalectomisés contre l'action nocive de bacilles d'Eberth tués avec des extraits totaux du cortex surrénal. Leurs expériences sont confirmées en 1940 par L. N. Ettelson (2) et en 1946 par L. A. Lewis et I. H. Page (3), ces derniers auteurs ayant mis en œuvre, non plus des extraits totaux, mais des hormones corticosurrénales isolées et purifiées. Il nous a paru intéressant de compléter ces premiers travaux en utilisant, d'une part, à la place des germes tués, l'endotoxine typhique en solution, et, d'autre part, l'acétate de 11-déhydrocorticostérone, hormone corticosurrénale qu'on sait aujourd'hui obtenir par voie de synthèse.

18 souris blanches sont surrénalectomisées. 9 d'entre elles sont ensuite traitées par des doses variables de l'hormone en cause (1 ou 2mg), injectée en suspension dans l'eau par la voie intrapéritonéale. 24 ou 48 heures après l'opération, elles reçoivent enfin, dans une des

(1) *J. exp. Med.*, 55, 1932, p. 63.
(2) *Endocrinol.*, 27, 1940, p. 340.
(3) *J. Labo. a. clin. Med.*, 31, 1946, p. 1325.

veines caudales et en même temps que les 9 souris surrénalectomisées témoins, une solution aqueuse renfermant, sous le volume d'un demi-centimètre cube, 1/10ᵉ de milligramme d'endotoxine. Cette injection, elle-même, a été parfaitement supportée, mais ultérieurement, nous avons pu noter d'importantes différences dans la durée de survie des 18 animaux. Toutes les souris témoins sont mortes rapidement, soit en moins d'une demi-heure (6 animaux), soit en 2 heures (2 animaux), soit en moins de 18 heures (1 animal). Les souris traitées par l'hormone ont, en revanche, résisté bien davantage : une souris seulement est morte en 30 minutes, une autre a succombé en 24 heures, une enfin en 5 jours; toutes les autres ont survécu. Nous les avons sacrifiées au bout de 10 jours pour vérifier chez elles l'absence de surrénales accessoires.

L'action protectrice remarquable exercée par l'acétate de 11-déhydrocorticostérone chez les souris privées de surrénales ne se retrouve plus lorsqu'on opère sur des animaux normaux ayant conservé ces glandes. L'expérience suivante nous l'a montré. 6 souris témoins et 6 souris traitées au préalable (3 heures avant l'injection du poison) par 1ᵐᵍ de déhydrocorticostérone injecté dans le péritoine ont reçu par voie intraveineuse 1ᵐᵍ d'endotoxine. Elles ont toutes succombé en moins de 18 heures, sans qu'il nous ait été possible de relever, de la part de l'hormone, la moindre influence protectrice. Nous avons fait des observations analogues chez le cobaye normal : l'endotoxine typhique, introduite chez cet animal par la voie intraveineuse, exerce la même action nocive, qu'elle ait été injectée seule ou en mélange avec de fortes quantités d'hormone (1 ou 2ᵐᵍ). Il nous a même semblé, dans quelques cas, que la 11-déhydrocorticostérone avait plutôt hâté l'évolution de l'intoxication.

Pour comprendre les faits discordants rapportés dans cette Note, on peut, croyons-nous, imaginer l'explication suivante. Une certaine quantité d'hormones corticosurrénales serait indispensable pour que les moyens de défense non spécifiques de l'organisme s'exercent convenablement. Mais l'effet favorable de ces principes ne serait pas toujours proportionnel à la concentration mise en jeu. En excès, ces hormones risqueraient même d'être dangereuses. On sait déjà qu'elles sont capables, à elles seules, de déterminer toute une série de troubles vasculaires et d'altérations histologiques (nous reviendrons d'ailleurs prochainement sur ces points). Par leur caractère démesuré, ces diverses réactions tissulaires pourraient suffire à mettre l'organisme en état de moindre résistance [1].

Ainsi nos expériences nous semblent instructives à divers titres : 1° elles complètent les travaux américains; 2° elles confirment l'activité physiologique de la 11-déhydrocorticostérone; 3° elles établissent enfin l'importance du cortex surrénal dans la défense de l'organisme contre les endotoxines, mais elles indiquent aussi qu'il existe des limites à l'action favorable des hormones en cause.

---

(1) Dans ces conditions, on comprendrait pourquoi l'administration d'hormones corticosurrénales chez des blessés en état de choc traumatique, tantôt améliore, tantôt aggrave l'état clinique des malades.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Étude de la réaction vasculaire au cours de l'intoxication typhique expérimentale.* Note ([1]) de MM. **Paul Boquet**, **Daniel Bovet** et Mme **Yvonne Lehoult**, présentée par M. Jacques Tréfouël.

L'intoxication expérimentale du Lapin par l'endotoxine typhique est caractérisée par de la pâleur et un refroidissement précoce de la peau. Ce phénomène se manifeste moins de 30 minutes après l'injection dans la veine auriculaire du Lapin, d'une dose mortelle en 5 à 8 heures d'un complexe glucido-lipido-polypeptidique typhique ([2]). Il est concomitant d'une diminution du nombre des leucocytes dans le sang; d'autre part, les cellules blanches n'émigrent plus hors des vaisseaux vers des substances chimiotactiques introduites dans les tissus ([3]).

A cette phase initiale de l'intoxication, le contraste est évident entre l'intensité de la réaction cutanée et la stabilité de la pression artérielle ([2]).

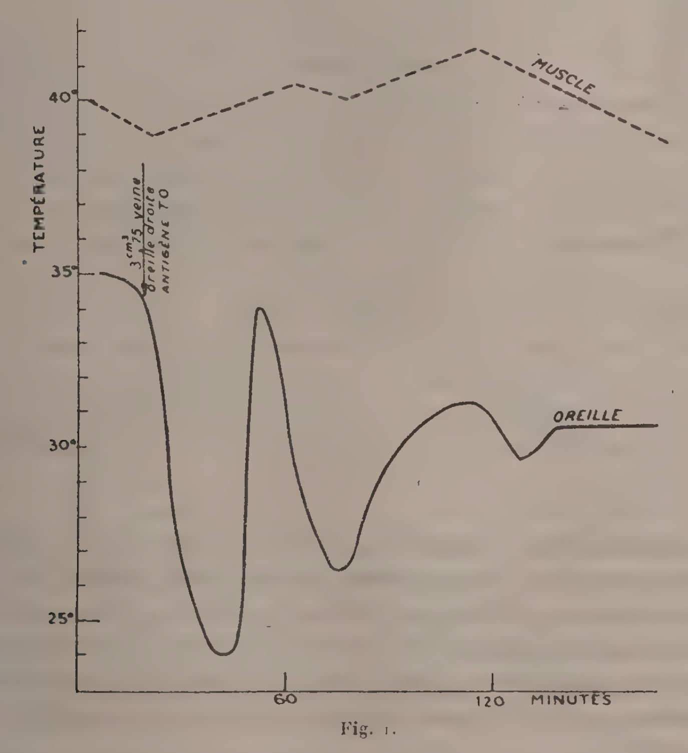


Fig. 1.

Étant donnée l'importance physiopathologique de cette réaction, nous avons essayé d'en déterminer l'intensité au moyen de couples thermo-électriques. Les

([1]) Séance du 28 mai 1947.

([2]) P. Boquet, A. Delaunay, Y. Lehoult et J. Lebrun, *C. R. Soc. Biol.*, séance du 29 Mars 1947.

([3]) A. Delaunay et J. Pages, *Ann. Inst. Pasteur*, 71, 1945, p. 431.

variations de la température de la peau ont ainsi été comparées aux variations de la température centrale chez les lapins soumis à une intoxication par l'endotoxine typhique préparée selon la méthode de A. Boivin.

L'injection à des lapins de 2 à 4^{cm^3} de solution physiologique ou de bouillon peptoné dans la veine auriculaire, ne modifie ni leur température interne prise dans la profondeur de la masse musculaire du cou, ni leur température périphérique mesurée sur la peau du pavillon de l'oreille, l'expérience étant faite dans une enceinte fermée dont l'atmosphère est maintenue à 23°. Au contraire, chez les lapins qui ont reçu 5 à 15 minutes auparavant, une dose inframortelle (2 à 4 mg/s) d'endotoxine typhique par la voie veineuse, ou 35 minutes auparavant une injection sous-cutanée de la même quantité du même poison,

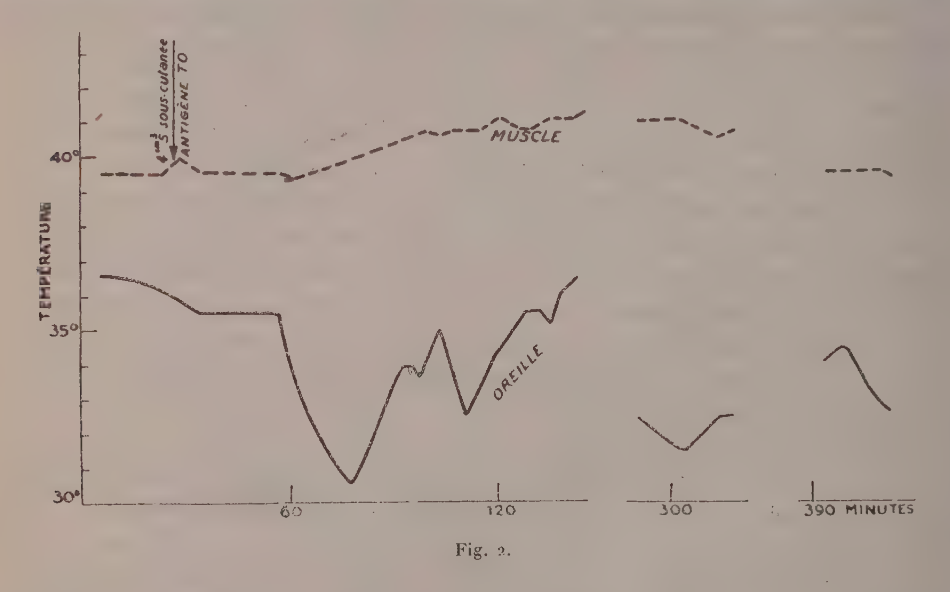


Fig. 2.

on note un refroidissement rapide du revêtement cutané qui atteint 5, 8 et parfois 10° en 10 minutes. La température interne, stable pendant les 30 minutes qui suivent ces épreuves, s'élève ensuite modérément de 1 à 2° au maximum et se maintient à ce niveau pendant 1 à 3 heures. Au cours de cette poussée hyperthermique, la température de la peau se relève et présente des oscillations plus ou moins étendues, mais elle baisse de nouveau lorsque la température centrale redevient normale.

Les modifications de la température périphérique étant liées aux variations du débit sanguin artériolaire et capillaire de la peau, il apparaît que le signe initial de l'intoxication typhique expérimentale est une réaction vasoconstrictive des petits vaisseaux cutanés. Cette réaction se prolonge et même s'intensifie pendant toute la durée de la phase au cours de laquelle les autres symptômes de la maladie s'extériorisent.

En se fondant sur les expériences de Boivin et de Mesrobeanu ([4]) concernant l'action hyperglycémiante de l'antigène glucido-lipido-polypeptidique des bactéries, et sur celles de Denis ([5]) qui a observé la disparition de la substance chromaffine des surrénales du Lapin trois heures après l'injeetion du même antigène, on inclinerait à penser que la vasoconstriction ainsi constatée est la conséquence d'une libération de l'adrénaline surrénalienne ([6]).

Mais si l'on compare le développement progressif de la réaction vasculaire à la stabilité de la pression artérielle au cours de l'intoxication typhique expérimentale, il apparaît que sous l'influence de l'endotoxine typhique l'organisme met vraisemblablement en jeu d'autres facteurs humoraux ou neuro-végétatifs.

ÉPIDÉMIOLOGIE. — *Le Mérion (Mériones shawi) de la région de Goulimine est un réservoir de virus de la Q. fever marocaine.* Note ([1]) de MM. **Georges Blanc, Louis André Martin** et **A. Maurice**, présentée par M. Jacques Tréfouël.

Dans la nature, *Rickettsia burneti*, agent de la Q. fever, a été rencontrée chez quelques espèces d'ixodidés : *Haemaphysalis humerosa* en Australie, *Dermacentor andersoni*, *D. occidentallis* et *Amblyomma americanum* aux États-Unis et *Hyalomma savignyi* au Maroc. Le seul vertébré actuellement connu comme réservoir de virus est un marsupial insectivore, *Isodon torosus*, commun dans le Queensland.

Nous venons de trouver au Maroc un rongeur spontanément infecté, le mérion (*Meriones shawi*), dans la région même où nous avons trouvé les Hyalommas infectés. Jusqu'à présent nous avons isolé 4 souches de Q. fever de ces ixodidés de la région de Goulimine. Une provient de Hyalommas capturés au sol près des terriers de mérions, deux proviennent d'un mélange de Hyalommas capturés sur chèvres et moutons, un dernier lot provenait uniquement de chèvres. Ce fait nous a incités à suspecter le rôle de la chèvre comme agent propagateur de la Q. fever par le transfert qu'elle peut faire à distance de tiques infectés. Ce rôle devant être naturellement de première importance si ces animaux étaient réceptifs à la Q. fever. Or nous avons pu infecter facilement la chèvre qui fait une maladie fébrile sévère au cours de laquelle le virus peut être isolé du sang; le rôle de la chèvre comme réservoir de virus de la Q. fever peut donc être fortement suspecté. Des recherches en cours nous permettront de préciser ce point.

([4]) *C. R. Soc. Biol.*, 117, 1934, p. 273.

([5]) *Proceed. Soc. exp. Biol. a. Med.*, 42, 1939, p. 553.

([6]) P. Boquet, *Rev. d'Immunol.*, 7, 1942, p. 152 ; A. Penner et A. Bernhein, *J. exp. med.*, 76, 1942, p. 271.

([1]) Séance du 28 mai 1947.

Par contre le rôle du mérion comme réservoir de virus est évident. Frappés du fait que nous trouvions des Hyalommas non loin des terriers de mérions, nous avons pensé que peut-être à l'état larvaire et à l'état nymphal ils pouvaient parasiter ces rongeurs. Effectivement nous avons capturé sur des mérions des nymphes de Rhipicephalus et des nymphes de Hyalomma. Bien que ces ixodidés ne fussent point infectés, nous avons pensé que le mérion pouvait être un réservoir de virus, connaissant sa sensibilité au virus de la Q. fever [2]. Les mérions étant peu abondants au moment de nos recherches, nos expériences ont été peu nombreuses et ne permettent pas d'établir un pourcentage des animaux naturellement infectés. De ce premier sondage il ressort cependant qu'il doit être élevé dans la région de Goulimine, car sur 3 lots de rates de mérions deux souches furent isolées. Une première le fut d'un mélange de 2 rates broyées ensemble et inoculées sous la peau de la cuisse d'un cobaye. L'incubation de la maladie a été longue, comme il arrive lorsque le virus est pauvre. Or, les rates broyées en suspension physiologique n'avaient été inoculées que plusieurs jours après le prélèvement, et il est possible que l'infection des rongeurs fût ancienne [3]. La deuxième souche a été isolée du mélange de 4 rates prélevées et broyées dans de mauvaises conditions de travail, et le milieu était légèrement putréfié au moment de sa réception. Cependant le liquide filtré sur bougie L 2 et inoculé au cobaye à la cuisse par voie sous-cutanée, déterminait une Q. fever typique, après 10 jours d'incubation; les deux souches croisées avec des souches isolées de Hyalomma présentent les unes vis-à-vis des autres une immunité totale.

En résumé les mérions de la région de Goulimine se présentent comme un important réservoir de virus de la Q. fever marocaine.

A 16h l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16h 45m.

L. B.

---

(2) G. Blanc, L. A. Martin et A. Maurice, *Comptes rendus*, 223, 1946, p. 439.

(3) R. R. Parker et E. A. Steinhaus (*Publ. Health. Rep.*, 58, 1943, p. 523) ont pu retrouver le virus dans la rate du cobaye infecté après 120 jours.

ERRATA.

(Séance du 12 mai 1947.)

Note de M. *Panos Grammaticakis*, Sur la structure de quelques osotétrazines et tétrazanes d'après leurs spectres d'absorption :

Page 1510, ligne 2,

au lieu de $\begin{array}{l} R.C{=}N.N.C_6H_5 \\ \;| \\ R_1C.N{=}N.C_6H_5, \end{array}$ *lire* $\begin{array}{l} R.C{=}N.N.C_6H_5 \\ \;\;\;|\;\;\;\;\;\;| \\ R_1.C{=}N.N.C_6H_5; \end{array}$

au lieu de $\begin{array}{l} R.C.N{=}N.C_6H_5 \\ \;\| \\ R_1.C{=}N.N.C_6H_5, \end{array}$ *lire* $\begin{array}{l} R.C.N{=}N.C_6H_5 \\ \;\| \\ R_1.C.N{=}N.C_6H_5. \end{array}$

Page 1511, ligne 4, formule (III),

au lieu de $\begin{array}{l} R.C{=}N.NH.C_6H_5 \\ \;| \\ R_1C{=}O.NH.C_6H_5, \end{array}$ *lire* $\begin{array}{l} R.C{=}N.NH.C_6H_5 \\ \;| \\ R_1C{=}N.NH.C_6H_5. \end{array}$

(Séance du 28 mai 1947.)

Note de M. *Dimitri Riabouchinsky*, Génération et variation de la circulation par l'effet de puits :

Page 1466, 6e ligne, *au lieu de* vers l'extérieur, *lire* vers l'intérieur; les deux lignes précédant la dernière, *au lieu de* engendre une circulation autour du corps, s'il y a lieu de la cavité, *lire* engendre une circulation autour du corps, s'il y a lieu, et une circulation autour de la cavité; dernière ligne, *au lieu de* source-tourbillon, *lire* puits-tourbillon.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances d'avril 1947.

Le docteur Alexandre Yersin. Esquisse de ce qu'il fut et de ce qu'il fit, par Henri Jacotot. Extrait du *Bulletin de la Société des études indochinoises* (1er trimestre 1944). Saïgon, S. I. L. I., 1944; 1 fasc. 25cm.

Annuaire pour l'an 1947, publié par le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars, 1947; 1 vol. 19cm.

Supplément à la flore générale de l'Indochine, publié sous la direction de H. Humbert. Tome premier. Fasc. 5. *Balsaminacées* (fin), par Mme Tardieu-Blot; *Rutacées*, par A. Guillaumin; *Simaroubacées, Irvingiacées, Ochnacées*, par F. Gagnepain; *Burséracées*, par A. Guillaumin; *Méliacées*, par F. Gagnepain. Paris, Muséum national d'histoire naturelle, Phanérogamie, 1946; 1 vol. 25cm.

Tables numériques universelles, par Marcel Boll. Paris, Dunod, 1947; 1 vol. 27cm,5.

La vie de Benjamin Balansa, botaniste explorateur, par Gaston Astre, in *Les livres du Muséum*. Toulouse, Les frères Douladoure, 1947; 1 vol. 18cm,5.

The future of nuclear Science. Princeton University. Bicentennial Conferences. Series I. Conference I. 1746-1946. Princeton, University, 1946; 1 fasc. 22cm.

Papyrus Michigan III 150, par Eugène Delporte. Extrait de la *Chronique d'Égypte*, XXIIe année, no 43. Bruxelles, 1947; 1 fasc. 24cm,5.

Nouvelle théorie des piles électriques. Rôle des électrons. Piles contredisant le second principe de la thermodynamique. Questions connexes, par Vasilesco Karpen. Bucarest, 1944; 1 vol. 24cm,5.

The Trematoda of British Fishes, by Ben Dawes, in *The Royal Society*. London, Bernard Quaritch, 1947; 1 vol. 22cm,5.

Carte de la végétation de la France. Toulouse, par Henri Gaussen et Paul Rey, publiée par le Centre national de la recherche scientifique, au 1/200000e. Toulouse, Institut géographique national, 1947; 1 pl. 106cm × 71cm (présentée par M. R. Heim).

Synthesis of Hexitols and Pentitols from unsaturated polyhydric Alcohols, by Robert Lespieau, in *Advances in Carbohydrate Chemistry*, vol. 2, 1946. New-York, Academic Press; 1 fasc. 23cm.